Chem.
161
b

Chem 161b

Karsten

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Philosophie

der

Geschichte.

Berlin.

Philosophie

der

Chemie,

von

Dr. C. J. B. Karsten,

Königlich Preußischem Geheimen Ober-Bergrathe, Ritter des rothen Adler-Ordens zweiter Klasse m. E. und des eisernen Kreuzes a. w. B., ordentlichem Mitgliede der Akademie der Wissenschaften zu Berlin, und mehrer gelehrten Gesellschaften ordentlichem und Ehrenmitgliede.

Berlin,

Druck und Verlag von G. Reimer.

1843.

Bayerische Staatsbibliothek München

BIBLIOTHECA
REGIA
MONACENSIS.

Bayerische
Staatsbibliothek
München

Die bestimmten Gewichtsverhältnisse unter welchen sich die heterogenen Körper mit einander verbinden, wenn sie eine neue specifische Art der Materie bilden, Gewichtsverhältnisse, die jedem Körper so eigenthümlich sind, daß sie in allen seinen Verbindungen mit jedem anderen Körper, bei der Bildung besonderer Arten, immer und unfehlbar wieder aufgefunden werden; diese Verhältnisse sind es, mit welchen die Chemie in der neueren Zeit der aus einer philosophischen Abstraction hervorgehenden Nothwendigkeit des Begriffs von der Continuität der Materie, unter der fast allgemeinen Zustimmung der Physiker, entgegen getreten ist. Die Philosophen haben es sich gefallen lassen sollen, der Chemie über das Wesen der Materie, nämlich über

BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MUENCHEN

deren durch die Chemiker postulirte Zusammensetzung aus physisch untheilbaren Körpertheilchen, ein entscheidendes Urtheil einzuräumen, welches ihr nicht gebührt und zu welchem sie weder befähigt noch berechtigt ist. Die Veränderungen heterogener Materien bei ihrer Vereinigung mit einander zu homogenen Mischungen kennen zu lernen, ist die Aufgabe der Chemie. Da diese Veränderungen mit dem Vergehen der Eigenthümlichkeit der sich vereinigenden Körper nothwendig verbunden sind, so ist der chemische Prozeß ein wahrhaftes Analogon des Todes, der durch die entstehende Mischung zu einem neuen Dasein führt. Dies Erwachen zu einem neuen Leben, diese Bildung eigenthümlicher Arten aus einer allgemeinen chemischen Mischung, ist nun mit Unrecht in den Bereich der Chemie gezogen, indem man in dem Akt der Bildung einen chemischen Prozeß erkennen zu müssen behauptet hat.

Wenn schon bei dem eigentlichen chemischen Prozeß eine Berufung auf die Erfahrung, womit man den Widerspruch der Philosophie zu entkräften vermeint, nur allein auf die, von der Naturphilosophie ebenfalls

anerkannten, in Zahlen ausdrückbaren Verbindungsverhältnisse beschränkt sein kann, indem das Urtheil über die Verbindungszustände ein rein erschlossenes Verstandesurtheil bleibt; so erscheint jene Berufung bei der Bildung eigenthümlicher Arten aus einer homogenen Mischung völlig unstatthaft, weil das Gesetz, nach welchem die Bildung erfolgt, nicht aus der chemischen Beschaffenheit der Mischung mit Nothwendigkeit erkannt wird, sondern in der Eigenthümlichkeit der sich bildenden Art gesucht werden muß.

Diese kleine Schrift soll zunächst zeigen, daß alle Kräfte, mit denen man die Atome und Molekule ausgestattet hat, ganz unzureichend sind, um über das Wesen der Materie überhaupt, und über die Bildung der specifischen Arten derselben aus homogenen Mischungen insbesondere, einen Aufschluß zu geben, daß jene Kräfte in der vorausgesetzten Art nicht vorhanden sind und daß es ein ungebührlicher Eingriff in das Gebiet der Naturphilosophie bleibt, wenn im Felde der Chemie über das Wesen der Materie eine Entscheidung vorausgesetzt wird.

Möge zu einer, der Wichtigkeit des Gegenstandes würdigeren Bearbeitung, durch diese Schrift eine baldige Veranlassung gegeben sein.

Berlin, im April 1843.

Inhalt.

		Seite
I.	Chemie. Materie. Atome.	3
II.	Kohäsion.	42
III.	Auflösung.	53
IV.	Sättigung. Neutralität.	72
V.	Quantitätsverhältnisse der flüssigen Mischungen.	76
VI.	Auflösungszustände.	111
VII.	Heterogenwerden der flüssigen Mischung, oder Aufhebung der chemischen Verbindung.	132
VIII.	Chemische Verwandtschaft.	152
IX.	Quantitätsverhältnisse der chemischen Verbindungen.	192
X.	Verbindungszustände.	205
XI.	Bildung chemischer Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen, ohne vorhergegangene Auflösung.	219
XII.	Electricität. Heterogenwerden flüssiger Mischungen durch Electricität.	229
XIII.	Heterogenwerden chemischer Verbindungen durch Wärme und Licht.	265

Seite

XIV. Verhältniß des specifischen Gewichts zusammengesetzter Körper zu dem ihrer Bestandtheile. 282

XV. Wärme. Verhältniß der Wärmecapacität zum Atomengewicht der Körper. 298

XVI. Verhältniß der Mischung zur Gestalt der anorganischen Körper. 316

Philosophie der Chemie.

I.

Chemie. Materie. Atome.

Man ist darüber einig, die Verbindung zweier oder mehrer heterogener zu einem homogenen Körper, eine chemische zu nennen und diese von der mechanischen Mengung zu unterscheiden, bei welcher sich nachweisen läßt, daß die heterogenen Körper nur neben einander liegen, wenn auch in einem so zertheilten Zustande, daß die heterogenen Körpertheilchen, aus welchen das Gemenge besteht, durch das Auge, selbst durch das bewaffnete, nicht mehr unterschieden werden können.

Um die chemische Vereinigung der Körper zu Stande zu bringen, hat man die Erfüllung zweier Bedingungen als wesentlich nothwendig erkannt; die eine, daß sich die Körper unmittelbar berühren, die andere, daß sie, nach ihrer verschiedenen Beschaffenheit, entweder mit Wasser in Verbindung gebracht oder durch erhöhete Temperatur in den flüssigen Zustand versetzt werden. Die Eintheilung der chemischen Operationen in solche, die auf dem nassen und die auf dem trockenen Wege vollbracht werden, hat man schon längst

für nöthig gehalten, und in der That ist es von hoher Bedeutung, den Wasserprozeß und den Feuerprozeß bei der chemischen Einwirkung heterogener Körper auf einander zu unterscheiden.

Nicht immer verbinden sich die heterogenen Körper zu einer homogenen Masse, sondern es können, — besonders wenn die chemisch auf einander einwirkenden heterogenen Körper selbst schon zusammengesetzt waren, — mehre neue Verbindungen entstehen, die nach vollbrachtem chemischem Prozeß entweder im Gemenge mit einander zurückbleiben, oder im Verlauf des Prozesses von einander getrennt werden, welche Trennung nur durch den verschiedenen Kohäsionszustand der verschiedenen neu entstandenen Verbindungen bewirkt werden kann.

Eine solche Trennung ist sogar oft der Zweck der chemischen Operationen und hat Veranlassung gegeben, der Chemie den unpassenden Namen Scheidekunst beizulegen. Jene Trennung oder Scheidung, die häufig den chemischen Prozeß begleitet, als die Wirkung desselben anzusehen, ist ein Grund-Irrthum, von welchem die Chemie nach den jetzt herrschenden theoretischen Ansichten ebensowenig befreit werden kann, als von der mit demselben im Zusammenhange stehenden Annahme einer größeren und geringeren chemischen Verwandtschaftskraft, welche den Körpern beigelegt worden ist, um die Scheidung als die vorausgesetzte Wirkung des chemischen Prozesses zu erklären.

Nur höchst wenige unorganische zusammengesetzte feste Körper, — und selbst bei mehren von diesen könnte es noch

zweifelhaft sein, ob sie nicht bloß Gemenge sind, deren Gemengtheile sich durch die höchst feine Zertheilung der Warnehmung entziehen können, — als Verbindungen nach unbestimmten Mischungsverhältnissen betrachtet werden. Daß bei jedem unorganischen Körper, welcher eine bestimmte Art bildet, auch ein bestimmtes Verhältniß der Mischung vorausgesetzt werden müsse, hat man längst eingesehen, obgleich man, wegen der mangelhaften Kenntniß des chemischen Verhaltens der Körper zu einander, die Mischungsverhältnisse nicht mit Genauigkeit zu ermitteln vermogte.

Als man aber — noch ist seitdem kein halbes Jahrhundert verflossen — diese Verbindungsverhältnisse der zusammengesetzten Körper mit großer Zuverlässigkeit erkannt hatte, zeigte sich eine solche Gesetzmäßigkeit in jenen Verhältnissen, daß man die Quantität (das Mischungsgewicht), mit welcher ein jeder Körper mit jedem anderen eine chemische Verbindung eingeht, durch eine ihm zukommende Zahl auszudrücken vermogte, wenn für irgend einen Körper irgend eine beliebige Zahl angenommen war. Diese wichtige Entdeckung, welche den Anfang und das Ende unserer Kenntniß von den chemischen Verbindungsverhältnissen der Körper ausmacht, hat man mit theoretischen Spekulationen über das Wesen der Materie und über die äußere Gestalt der Körper in Verbindung gesetzt und damit der chemischen Forschung eine Richtung gegeben, die völlig außer den Grenzen ihres Gebietes liegt.

Dieselben Vorstellungen über das Wesen der Materie, welches man auf einem rein empirischen Wege ergründen zu

können vermeinte, haben auch zu einer ganz einseitigen Ansicht über den Begriff von einer chemischen Verbindung überhaupt geführt, indem man den einzigen und wahren Charakter derselben: die Gleichartigkeit der Mischung, verläugnete und sich berechtigt hielt, nur diejenigen Verbindungen für wahrhaft chemische anzuerkennen, bei welchen ein bestimmtes Mischungsverhältniß der heterogenen Körper nachzuweisen war. Durch diese Ansicht hat die Chemie ihr wissenschaftliches Princip verloren, an dessen Stelle der beengende Schematismus einer Schule getreten ist, die aus ihren Vorstellungen Gesetze abstrahirt, von denen sie glaubt eine objektive Wirklichkeit fordern zu können.

Indem die Chemie, als reine Erfahrungswissenschaft, die Umstände untersucht, unter welchen sich die Körper überhaupt, durch Zwischenkunft des Wassers oder durch Erhöhung der Temperatur, mit einander verbinden; indem sie die Gewichtsverhältnisse ausmittelt, in welchen die Vereinigung der heterogenen Körper für jeden besonderen Fall statt findet; indem sie endlich die chemischen Eigenschaften des entstandenen Produktes, nämlich diejenigen erforscht, welche mit seiner Zerstörung oder mit der Aufhebung seines Daseins, und nicht mit seiner Fortdauer verknüpft sind, hat sie über die Ursache der Verbindung der Körper überhaupt und der bestimmten Verhältnisse, unter welchen die Vereinigung statt findet, keine Rechenschaft zu geben. Auf diesen Umfang würde das Gebiet der Chemie beschränkt geblieben sein, wenn nicht die atomistischen Begriffe vom Wesen der Materie Veranlassung ge-

geben hätten, die Mischungsverhältnisse der Körper mit dem Gewicht (und Umfang) der Atome, aus deren Zusammenfügung die Materie construirt wird, zu identificiren, und sich, mit Zuhülfenahme der sogenannten Imponderabilien und einer Menge von Kräften, eine Vorstellung von der Bildung und Zusammensetzung der Körper zu verschaffen, bei welcher jede Beziehung auf die Nothwendigkeit des Begriffs wegfällt und ein Berufen auf die Erfahrung ebenfalls unstatthaft und unmöglich bleibt. Indem man nämlich diesen Reflexionen objektive Realität beilegte, hat man mit Unrecht einfache Erfahrungen mit theoretischen Spekulationen zusammengebracht, beide, mit noch größerem Unrecht, wie Wirkung auf Ursache bezogen und dadurch das zu einem Gegenstande empirischer chemischer Forschungen gemacht, was auf solchem Felde niemals geprüft und entschieden werden kann, sondern der Naturphilosophie, der Physik und der Physiologie nothwendig vorbehalten bleiben muß.

Wird gefragt, was Chemie sei? so kann die Antwort nicht anders ausfallen, als: sie ist die Lehre von der Verbindung und von den Mischungsverhältnissen heterogener Körper, die zu einem homogenen Ganzen vereinigt sind. In dieser Begriffsbestimmung liegt nichts als die einfache Aussage, daß die Chemie die Umstände und die Mischungsverhältnisse anzugeben habe, unter denen die Verbindung der heterogenen Körper erfolgt ist. Also nicht über die Ursachen der Veränderungen in den Eigenschaften, welche die Körper bei ihrer chemischen Vereinigung erfahren, sondern nur allein über die

Gesetze, nach denen die Verbindung erfolgt, wird durch den chemischen Prozeß entschieden werden können, und welche Vorstellung von der Art und Weise man auch immer haben möge, wie nach vollbrachter Einwirkung der Körper a und b auf einander, diese in dem neu entstandenen Körper c als vorhanden gedacht werden können, so hätte doch die Ermittelung der Verbindungsgesetze der Körper von solchen theoretischen Spekulationen frei erhalten bleiben müssen. Indem man aber die Mischungsgewichte mit den Atomengewichten identificirte, verließ man gänzlich den Weg der Erfahrung und gab den Erfolgen des chemischen Prozesses eine Deutung, die nie und nirgends darin hätte gesucht werden sollen. Unrichtiger ist daher wohl nie ein Lobspruch auf die atomistische Naturansicht gewesen, als der, daß die Gesetze der bestimmten Mischungsverhältnisse der Körper nur durch sie hätten ermittelt werden können, und daß sie ohne atomistische Vorstellungen für immer unbekannt geblieben sein würden. Richter, der Begründer der Lehre von den bestimmten Verhältnissen der chemischen Mischung, war jeder atomistischen Naturansicht abhold und was jener Lobspruch aussagen soll, bezieht sich nicht auf die chemischen Mischungsgewichte der Körper, sondern auf die Vorstellung von Atomengewichten, die man zugleich als die Mischungsgewichte betrachten mögte, um sich auf Erfahrung berufen zu können, die doch über die Existenz der Atome nichts entscheiden kann. Durch die Auffindung der Gesetze, nach welchen sich die Körper quantitativ mit einander verbinden, konnte also für die Wahrscheinlichkeit der Existenz der

Atome nichts gewonnen werden; obgleich die Anhänger der Atomenlehre gern aus den Atomengewichten die Zusammensetzung der Körper aus Atomen erweislich machen und sich dabei auf die Erfahrung berufen mögten, wobei Mischungsgewicht und Atomengewicht als zwei ganz gleiche Begriffe betrachtet werden, von denen der eine an die Stelle des anderen gesetzt, folglich eine bloß hypothetische Vorstellung von der Zusammensetzung der Körper als ein Gegenstand der Erfahrung betrachtet wird.

Die unrichtige Anwendung der Atomenlehre auf die Chemie besteht also keinesweges darin, daß man die bei dem chemischen Prozeß vorkommenden Erscheinungen atomistisch zu erklären bemüht gewesen ist, sondern darin, daß man die atomistischen Ansichten auf die Stoffveränderungen bei der chemischen Verbindung in der Art übertragen hat, daß man diese durch jene berichtigte und modificirte, also den Erfolg der chemischen Actionen von der postulirten Beschaffenheit der Atome abhängig machte. Der chemische Prozeß, als solcher, bedarf zu seiner Erklärung nichts weiter als der Kenntniß von den Umständen und von Verbindungsverhältnissen, unter welchen sich die heterogenen Körper vereinigen.

Ein Anderes ist es mit der Wissenschaft, welche den Grund zu den Erscheinungen angeben soll, welche die heterogenen Körper bei ihrer Vereinigung mit einander darbieten. Ob die Materie aus Atomen zusammengesetzt ist oder nicht, kann durch diese Erscheinungen nicht ermittelt werden. Es ist daher unpassend und den Principien der Philosophie

widerstreitend, die Vorstellungen über die Natur der Materie auf den chemischen Prozeß unmittelbar anzuwenden, und noch verwerflicher ist es, die Erfolge des letzteren von jenen Vorstellungen abhängig zu machen, wie es durch die Atomenlehre, so wie sie sich jetzt ausgebildet hat, geschehen ist. Die dynamische Naturansicht hat sich von diesem Vorwurf frei erhalten und den letzten Grund der chemischen Erscheinungen auf bewegende Kräfte zurückgeführt, ohne sich, wie es bei der atomistischen Construction der Materie jetzt geschehen ist, eine unmittelbare Anwendung ihrer aus dem philosophischen Gange entwickelten Begriffsbestimmungen auf den Erfolg der chemischen Actionen zu erlauben.

Die Verwechselung des Begriffes von chemischem Mischungsgewicht, der ein reiner und wohlbegründeter Erfahrungsbegriff ist, mit dem aus der bloßen Abstraction hervorgegangenen und daher der objektiven Wirklichkeit entbehrenden Begriff von Atomengewicht, hat viel dazu beigetragen, den in der Chemie herrschenden Irrthum zu befestigen, daß der Grund zur Bildung des aus der Vereinigung heterogener Stoffe, oder aus der chemischen Mischung hervorgehenden neuen Körpers, nicht in der Natur des sich bildenden Körpers, sondern in der Mischung gesucht werden müsse. Bei dem Feuerprozeß fällt die Verbindung heterogener Körper mit der Bildung von neuen Arten, oder von Körpern mit bestimmten Verhältnissen der Mischung, häufig zusammen; aber die bei dem Wasserprozeß, — bei welchem ein solches Zusammenfallen selten stattfindet, — eintretenden Erscheinungen machen es

klar, daß der Akt der Bildung, oder des Entstehens eines neuen Körpers aus der Mischung, nothwendig von dem Prozeß unterschieden werden muß, durch welchen die homogene Mischung selbst hervorgebracht worden ist. Hier ist die specifische Verschiedenheit der heterogenen Materien durch den chemischen Prozeß, den die Körper mit einander eingehen, vernichtet; dort trennt sich aus der vollendeten Mischung ein Körper eigenthümlicher Art nicht durch chemische Wirkung, sondern durch eine derselben vielmehr entgegenwirkende Kraft. Das zufällige Zusammenfallen beider Prozesse hat ihre wesentliche Verschiedenartigkeit übersehen lassen und zu Vorstellungen von den näheren und entfernteren chemischen Verwandtschaftskräften der Körper zu einander geführt, deren man nicht entbehren zu dürfen glaubte, um das Heterogenwerden homogener Mischungen, durch die Bildung und Trennung neuer Körper aus denselben, erklären zu können. Dieser Kräfte bedarf es aber nicht, wenn man nicht die Kohäsionskraft selbst darunter verstehen will.

Wenn man einmal von der philosophischen Begriffsbestimmung von Materie und von ihren specifischen Verschiedenheiten abstehen will, so ist nichts leichter, einfacher, bequemer und sogar für die Anschauung überzeugender, als die Construction der Materie aus Atomen. Diese Weise, die Körper zusammenzusetzen, ist daher fast immer die vorherrschende Hypothese der Philosophen gewesen, welche sich mit der Erforschung der Natur der Materie beschäftigt haben, obgleich man nicht verkennen wird, daß in allen atomistischen Erklärungsarten mehr oder weniger scharfsinnige Combination und

Phantasie, aber keine Philosophie angetroffen werden kann. Eine atomistische Theorie, welche mit allen bekannten Thatsachen in Uebereinstimmung ist, wird dennoch die Kritik der Philosophie nicht bestehen, weil sie das, worauf es gerade ankommt, nämlich die Begriffsbestimmung von Materie, unerörtert läßt. Daher ist aber auch jede atomistische Theorie einer philosophischen Behandlung unfähig und es giebt keine Philosophie der Chemie, wenn man die Körper aus Atomen bestehen läßt, ohne sich auf die Begriffsbestimmung eines Körperatoms einzulassen, insoferne diese überhaupt eine philosophische Untersuchung zuläßt.

Die Materie, wird gesagt, besteht aus Atomen und aus leeren Räumen. Die Atome sind physisch untheilbare Körpertheilchen, die in der Gestalt und Größe verschieden sein können. Da nun die leeren Räume nicht die Materie sind, sondern nur neben der Materie gedacht werden, so sind die Atome die Materie, welche die Eigenschaft der absoluten Undurchdringlichkeit besitzen muß, um die äußerliche Begränzung des Raumes möglich zu machen.

Diese Vorstellung kann ohne die Annahme nicht bestehen, daß die Zahl der Atome für jedes chemische Element vom Anbeginn der Schöpfung her vorhanden gewesen ist und sich weder vermehren noch vermindern, also überhaupt nur insofern verändern kann, als eine Umbildung des einen zusammengesetzten Körpers in einen andern stattfindet. Eine solche Annahme macht dann natürlich jede weitere philosophische Untersuchung über die Natur der Materie unnöthig

und überflüssig. Die zahllose Menge der verschiedenen Arten von Atomen, die in der Schöpfung angetroffen werden mögten, ist ein Gegebenes, ein Fertiges, und bei den chemischen Prozessen wandern die Atome aus einem zusammengesetzten Körper in den andern hinüber, oder sie werden unter besonderen Umständen im unverbuntenen Zustande wieder dargestellt. Daß noch jetzt eine Bildung von Atomen irgend eines chemischen Elements vor sich gehen könne, wird daher nach atomistischer Vorstellungsart nicht zugegeben werden dürfen. Eine solche Bildung würde Kräfte erfordern, die nicht vorhanden, oder wenigstens nicht bekannt sind, und deren die Atomistik auch nicht bedarf, indem die specifische Verschiedenheit der Materie für sie ein durch die Uratome Gegebenes ist, das sich zwar nach bestimmten Verhältnissen mit einander verbinden und wieder von einander trennen läßt, aber in Art und Menge unverändert dasselbe bleibt, wie es vom Anfange der Schöpfung an gewesen ist.

Ueber die Gestalt und Größe der Atome haben sich die Ansichten in den verschiedenen Perioden der Entwicklung der Atomenlehre sehr geändert, aber darin hat stets eine nothwendige Uebereinstimmung verbleiben müssen, die Atome als eine absolut undurchdringliche, wegen ihrer außerordentlichen Kleinheit physisch untheilbare Materie anzusehen. Mit dieser Vorstellung von den Atomen war ebenso nothwendig die Annahme von leeren Zwischenräumen verbunden, theils um die Gestalt des Körpers zu construiren, theils um die Ausdehnung und Zusammenziehung der Körper bei Temperaturver-

änderungen zu erklären, theils um die Möglichkeit der chemischen Vereinigung heterogener Körper einzusehen, von welchen sich die Atome des einen in die leeren Zwischenräume des andern Körpers begeben müssen und umgekehrt. Wie man, noch in den letzten Decennien des vorigen Jahrhunderts, über die Beschaffenheit der Atome urtheilte, läßt sich hinreichend aus der Darstellung von C. F. Wenzel (Lehre von der Verwandtschaft der Körper, Dresden, 1782) ersehen.

Das erste (sagt er §. 8.), was wir mit aller Sicherheit voraussetzen können, ist: daß ein jeder Körper, deswegen, weil er einen Raum einnimmt, nothwendig eine gewisse Figur haben müsse, denn die Figur eines Körpers ist nichts anderes als seine Gränze, die ihn einschließt. Nun ist aber gewiß, daß die Kraft, wodurch ein Körper bewegt oder wirksam gemacht wird, allemal eine der Figur des Körpers angemessene Wirkung hervorbringt, daher scheint kein Zweifel übrig zu sein, daß die Gesetze der Statik auf die Erklärung der von den Eigenschaften der Körper abhängenden Erscheinungen den stärksten Einfluß haben. — Ferner: (§. 14.) So viel ist gewiß, daß die einzelnen Theile aller Körper als einfache Werkzeuge zu betrachten sind, deren Wirkung sich auf die Lehre von der schiefen Fläche und vom Hebel, oder überhaupt auf den letzteren allein gründet, und hieraus ist leicht zu begreifen, warum durch die Veränderung der einzelnen Theile Eigenschaften zum Vorschein kommen, die vorher an den Körpern nicht zu bemerken waren. — Sodann: (§. 15.) Was wir von der Figur der einzelnen Theile der Körper und den damit verbundenen Eigenschaften gesehen haben, wird noch mehr bestätigt, wenn wir auch die Figur der Bestandtheile, aus welchen jene zusammengesetzt sind, und deren Veränderung betrachten. Daß die Folgen hiervon noch wichtiger sein müssen, ist allerdings zu vermuthen. — —

Außer der Veränderung der Figur (§. 18.) weiß ich den zureichenden Grund von alle dem, was bisher gesagt worden (W. sprach von der Veränderung der Eigenschaften, welche die heterogenen Körper bei ihrer Vereinigung erfahren) nirgends zu finden. Denn wollte man die Figur ganz verban-

nen, und die Eigenschaften der Körper als etwas Wesentliches der Materie ansehen, so wüßte ich nicht, wie man nur die alltäglichsten Erfahrungen, ohne einen beständigen Widerspruch zu fühlen, erklären wollte, oder man müßte den Willen Gottes zum Grunde annehmen, und da käme man allerdings weit kürzer weg; aber wenn mein Verstand begreifen soll, wie eine Sache zugehet, so kann ich mit dieser Erklärung nicht zufrieden sein, — kurz wer läugnen wollte, daß die Eigenschaften der Körper nicht von der Form, sondern von der Verschiedenheit der Materie herrührten, der müßte auch zugeben, daß Papier und Leinwand ganz verschiedene Materien wären, und daß die Eigenschaften eines Beils, Bohrers, Säge, Messers u. s. f. schon in der Materie des Eisens verborgen lägen. — Und endlich: (§. 20.) Nach der vorausgesetzten Vorstellung, die wir uns sowohl von den kleinsten als auch von den Bestandtheilen der Körper oder der Materie überhaupt zu machen haben, daß sie nämlich wegen ihrer Figur allemal als einfache Werkzeuge betrachtet werden müssen, kann die wahre physische Ursache ihrer Verbindung und Zusammenhanges keine andere sein, als eben die, warum ein Nagel oder Schraube in einer Wand fest erhalten wird. Nun ist es aber gleichviel ob sich lauter Körperchen von einerlei oder von verschiedener Figur verbinden, wenn nur die Verschiedenheit der Form dem Zusammenhange nicht hinderlich ist und die Verbindung deswegen ganz unmöglich macht. Hieraus (§. 21.) wird sich also begreiflich machen lassen, wie es zugehet, daß sich nicht ein jeder Körper mit dem andern verbinden kann, und warum oftmals ganz oder doch größtentheils gleichartige Körper keine Gemeinschaft mit einander haben, dahingegen andere, an denen nichts ähnliches anzutreffen ist, zur fertigsten Verbindung geschickt sind. Es mögen sich (§. 23.) flüssige oder feste Körper mit einander verbinden, so bleibt doch die Ursache ihres Zusammenhanges in beiden Fällen immer die nämliche. Nur müssen die festen flüssig gemacht werden, es mag übrigens geschehen, auf welche Art es wolle, damit ihre einzelnen Theile in einander eingreifen und zusammenhängen können, welches sonst ohne eine äußerlich mitwirkende Kraft eben so unmöglich wäre, als wenn sich ein Keil oder Schraube in einem Stücke Holz und Metall von selbst befestigen sollte, gleichwohl aber unter der Bedingung, daß das Metall vorher die flüssige Gestalt annimmt, statt findet.

Wir können daher die Verbindung und Entbindung der Körper überhaupt als eine Mechanik im Kleinen betrachten, weil alle ihre Theilchen wegen ihrer Figur Werkzeuge abgeben, die die Bewegung sowohl befördern als verhindern können und merkwürdig ist es, daß zu einer jeden Verbindung zweier Körper allemal eine gewisse Zeit erfordert wird, die mit jeder anderen unter einerlei Umständen immer in einem genauen Verhältnisse steht (W. führt nun seine Ansicht aus, daß die Verwandtschaft der Körper zu einem gemeinschaftlichen Auflösungsmittel sich umgekehrt wie die Zeiten der Auflösung verhalten sollen).

Diese wunderliche und abenteuerliche Vorstellung von der Beschaffenheit der Atome, wie sie etwa noch vor einem halben Jahrhundert herrschend war, ist hier vollständig und unmittelbar aus der Feder eines der berühmtesten philosophischen Chemikers jener Zeit mitgetheilt worden, um daraus zu ersehen, zu welchen Erdichtungen über die Natur der Atome die ungefesselte Einbildungskraft und Phantasie hat führen können. Von der neueren Atomenlehre wird mit Recht gerühmt, daß sie die Atome von den in einandergreifenden Schlingen und Widerhäkchen befreit und die Urgestalt derselben mit einem modernen Gewande von Kräften und Electricität bekleidet, mit einer Hülle von Wärmekügelchen umgeben und ihnen die Freiheit der Bewegung gestattet hat. Die Atome homogener Körper sind auch nicht mehr genöthigt, sich einzeln mit einander zu vereinigen, sondern es können ihrer ein auch mehre Dutzende zugleich an der Verbindung Theil nehmen, ja es können durch solche Verbindungen sogar wieder Atome erster, zweiter u. s. f. Ordnung entstehen, die wieder ebenso wie die Uratome, mit Kräften, Electricität und

Wärmehüllen ausgestattet sind und dadurch die Selbstständigkeit der Uratome erlangen. Versehen mit einem solchen Material kann es nicht fehlen, auf eine eben so einfache als leicht zu fassende Weise die äußere Gestalt der Körper zu erklären und sich über die Art, wie durch die Uratome die unorganischen — ja wohl gar die organischen — Körper gebildet werden, eine vollständige und befriedigende Rechenschaft zu geben.

Diese Eigenschaften und das Verhalten der Atome zu einander, sind in der That der Inbegriff der Grundlehre der neuen atomistischen Theorien, die im Wesentlichen mit einander übereinstimmen. Zusammengehalten werden die Atome durch eigenthümliche Kräfte, nämlich durch die Verwandtschaftskräfte, welche von doppelter Art sind. Die eine ist die Zusammenhangs-Verwandtschaft oder die Kohäsionskraft, welche den Zusammenhang der homogenen Atome der Körper (der Molekule) unter einander bewirkt. So werden z. B. die Atome des Bleiglanzes durch die Kohäsionskraft zusammengehalten. Fest, flüssig und luftförmig werden die Körper, wenn die Kohäsionskraft stärker oder schwächer ist.

Die zweite ist die Affinität oder die Vereinigungs-Verwandtschaft zwischen den heterogenen Atomen, welche also nur bei zusammengesetzten Körpern vorhanden ist, durch welche sich die heterogenen Atome zu einem homogenen Körper vereinigen. So werden die Atome des Bleies und die des Schwefels im Bleiglanz durch die Affinität zusammengehalten. Die Kraft der Affinität oder der Vereinigungs-Ver-

wandtschaft wird durch die electrische Polarität der Atome wirksam und kann nur durch Atome, die mit einer stärkeren electrischen Polarität versehen sind, überwunden werden. Eine solche Veränderung der Vereinigungs-Verwandtschaft heißt die Wahlverwandtschaft. Bei mehrfach zusammengesetzten Körpern (wenigstens bei den anorganischen) zeigt sich die Kohäsionskraft oder die Zusammenhangs-Verwandtschaft nur zwischen den Atomen des homogenen Körpers, z. B. bei dem Gips nur zwischen den Atomen des Gipses, aber nicht zwischen denen der Kalkerde, oder denen der Schwefelsäure, woraus der Gips zusammengesetzt ist. Dagegen ist die Vereinigungs-Verwandtschaft nicht allein zwischen den Atomen des Kalciums und des Sauerstoffs, so wie zwischen denen des Schwefels und des Sauerstoffs, sondern auch zwischen den Atomen der Kalkerde und der Schwefelsäure wirksam. Ob es die Kohäsionskraft oder irgend eine andere Kraft ist, welche die homogenen Atome zusammenhält, die sich in der Mehrzahl mit einem andern Atom vereinigen, darüber scheint noch nichts ausgemacht zu sein. In der Kieselerde z. B. wird das eine Atom Silicium mit drei Atomen Sauerstoff durch die Vereinigungs-Verwandtschaft, und die Kieselerde-Atome werden durch die Zusammenhangs-Verwandtschaft unter einander zusammengehalten; ob aber die je drei Atome Sauerstoff durch die Kohäsionskraft oder durch eine Modifikation derselben zusammengehalten werden, darüber hat man sich in der Atomenlehre noch nicht geeinigt. Man sollte wohl glauben, daß die Kohäsionskraft in solchen Fällen die homogenen

Atome nicht zusammenhalten könne, sondern daß die Kraft der Affinität die Vereinigung aufrecht erhalten müsse, denn die Kohäsionskraft kann mechanisch durch Stoß, Druck u. s. f. überwältigt und chemisch durch Erhitzen (beim Flüssigwerden starrer Körper) aufgehoben werden. Es ist daher nothwendig, noch eine neue Kraft herbei zu schaffen, welche diejenigen homogenen Atome mit einander verbunden hält, die in der Mehrzahl in eine chemische Verbindung eingehen. Die Affinität oder Vereinigungs-Verwandtschaft kann diese Kraft nicht sein, weil sie nur zwischen den heterogenen, aber nicht zwischen den homogenen Atomen wirksam ist. Durch eine Kraft und zwar durch eine sehr energisch wirkende Kraft, welche der Kraft der Affinität mindestens gleichkommt, müssen aber die homogenen Atome nothwendig zusammengehalten werden, weil sich ohne das Vorhandensein einer solchen Kraft nicht einsehen ließe, wie die homogenen Atome in der bestimmten Zahl vereinigt bleiben können, indem ein zufälliges Nebeneinanderliegen, bei der Gesetzmäßigkeit der Zusammensetzung nicht stattfinden kann, die Kohäsionskraft oder die Zusammenhangs-Verwandtschaft aber nicht zureicht, die Ordnung in den Gruppen von homogenen Atomen aufrecht zu erhalten. Bei manchen organischen Körpern sind 2, 3, 4 und mehr Uratome von a, mit 6, 8, 12 und mehr Uratomen von b, und mit 12, 16, 20 und mehr Uratomen von c mit einander verbunden. Die Kohäsionskraft hält die Atome des Körpers a + b + c vereinigt; die Affinität verbindet die Uratome a mit den Uratomen b und c (denn bei den organi-

schen Köpern sind bekanntlich die Atome 1ster, 2ter u. s. f. Ordnung noch nicht eingeführt worden), welche Kraft hält aber die 6, 8, 12 Atome von a, die 12, 16, 20 Atome von b u. s. f. mit einander vereinigt? Die Kraft, welche die homogenen Atome in bestimmter Zahl zusammenhält, muß wenigstens eben so stark und wirksam sein, als die Kraft welche diese Gruppen von Uratomen mit einander verbindet.

Ein Beispiel an einem unorganischen Körper wird dazu dienen, die große Menge von Kräften zu übersehen, deren die Atomenlehre bedarf, um die Körper aus ihren Atomen zusammenzusetzen.

Bei dem Granat, — um nicht einen noch mehr zusammengesetzten Körper zu wählen, — werden die Atome des Granats durch die Kohäsionskraft zusammengehalten. Die Affinität wirkt aber: 1) zwischen den Atomen der einatomigen Basis r und den Atomen der Kieselerde; 2) zwischen den Atomen der mehratomigen Basis R und den Atomen der Kieselerde; 3) zwischen den Atomen von r S (wenn S die Kieselerde bedeutet) und den Atomen von R S; 4) zwischen den Atomen des metallischen Radikals von r und den Sauerstoff-Atomen; 5) zwischen den Atomen des metallischen Radikals von R und den Sauerstoffatomen; 6) zwischen den Atomen des metallischen Radikals von S und den Sauerstoffatomen. So groß diese Anzahl von Kräften auch ist, so reicht sie doch bei weitem nicht aus, denn es müssen noch die Kräfte namhaft gemacht werden, welche: 1) die Uratome des metallischen Radikals von R,

2) die Sauerstoff-Atome, welche mit den Uratomen des metallischen Radikals von R in der Verbindung RS vereinigt sind, und 3) die Sauerstoff-Atome, welche mit den Uratomen des Siliciums in den Atomen rS verbunden sind, zusammenhalten. So müssen also, mit Einschluß der Kohäsionskraft, zehn verschiedene Kräfte wirksam sein, um die Atome des Granats zu ordnen und die geordneten Atome fest zu halten. Außerdem wird aber jedes einzelne Uratom noch als ein von Anbeginn der Schöpfung her vorhanden gewesenes betrachtet, dessen Eigenschaften (Gestalt, Größe, absolute Undurchdringlichkeit) ihm sogleich bei der Erschaffung eingepflanzt worden sind.

Die Affinität oder die Vereinigungs-Verwandtschaft zwischen den heterogenen Uratomen sowohl, als zwischen den heterogenen Atomen 1ster, 2ter u. s. f. Ordnung, erklärt man aus der elektrischen Polarität der Atome. Selbst wenn eine solche Annahme zulässig wäre, — sie setzt die Vorstellung voraus, daß dem mit absoluter Undurchdringlichkeit erschaffenen Atom die Electricität bei der Schöpfung zugetheilt worden, daß also die Electricität eine von Außen in die Materie (in das Atom) gekommene und eine mit dem Atom verbundene Kraft sei, eine Vorstellung, die dem bisherigen Begriff von Atom nicht entspricht, — so würde, bei der Menge von Affinitätskräften welche für das Zusammenhalten der in einer Mehrzahl zu einem Atom verbundenen homogenen Atome sowohl, als auch für das Zusammenhalten der heterogenen Atome erforderlich sind, eine solche Verwirrung in den Polen entstehen,

daß sich wenigstens nicht einsehen läßt, warum nicht ein Pol durch den anderen ihm electrisch entgegengesetzten wieder aufgehoben und der als fortdauernd vorausgesetzte electrische Gegensatz vernichtet wird. Bei den anorganischen Körpern geräth man besonders in Verlegenheit, indem sich nicht 2, sondern 3, 4 und mehr Uratome, oder auch zusammengesetzte Atome, mit einander vereinigen sollen.

Die Polarität erklärt also nicht die Kraft der Verwandtschaft, durch welche man sich die heterogenen Atome verbunden denkt; auch wird diese Kraft nicht im mindesten dadurch begreiflicher, daß man sie auf Polarität zurückführt, sondern die Schwierigkeit nur noch vermehrt, wenn man Unbegreifliches durch noch Unbegreiflicheres erklären will. Wird die Kraft der Affinität als eine absolute betrachtet, so ist sie den Uratomen, in derselben Art wie Gestalt, Größe, und absolute Undurchdringlichkeit, als eine ihnen zukommende Eigenschaft bei der Weltschöpfung beigegeben und das ist dann die einfachste und am leichtesten zu fassende Weise, die chemische Verbindung zu erklären. Daß aber den aus den Uratomen entstandenen znsammengesetzten Atomen, die sich doch des Vorrechts einer angeborenen Affinitätskraft nicht rühmen können, dennoch die Kraft der Vereinigungs-Verwandtschaft, sowohl mit den Uratomen als mit den zusammengesetzten Atomen der 1sten, 2ten u. s. f. Ordnung, beiwohnt, würde dadurch zu erklären sein, daß die den Uratomen eigenthümliche Affinitätskraft in derselben Art wie ihre äußere Gestalt fortwirkend ist. Es ließe sich dabei ja anführen, daß die Affinitäts-

kraft immer schwächer wird, je zusammengesetzter die Verbindungen werden und daß sie zuletzt, — wenigstens bei den unorganischen Körpern, — ganz zu verschwinden scheint. Wenigstens ist das gewiß, daß man den Atomen mit demselben Recht eine ihnen eigenthümliche Affinitätskraft beilegen kann, mit welchem man bei ihnen eine angeborene electrische Polarität voraussetzt und dann ist nicht einzusehen, warum erst durch einen Umweg gesucht werden soll, was sich ohne Vermittelung der electrischen Polaritäten von selbst ergiebt. Die Electricitäts-Aeußerungen der Körper von den postulirten electrischen Polaritäten ihrer vorausgesetzten Atome abzuleiten und darin den Grund der chemischen Vereinigung der Körper zu finden, ist derselbe Gang der Betrachtungsweise, wie der, nach welchem das chemische Mischungsgewicht mit dem vorausgesetzten Atomengewicht gleichgestellt worden ist. Weil der electrische Gegensatz der Körper außer Zweifel ist, so übertrug man ihn auf die Atome, um dadurch den Schein der Erfahrung für sich zu haben, dessen man bei der Annahme der Affinitätskraft, als einer den Atomen ursprünglich beiwohnenden Kraft, hätte entbehren müssen.

Die zwischen den Atomen angenommenen leeren Räume hat man bei der neueren Atomenlehre vortrefflich dazu benutzt, den Atomen einen Spielraum für gewisse Bewegungen zu gewähren, wie es nothwendig war, wenn ihnen eine Beweglichkeit zugestanden werden mußte. Die Art der Bewegung, die den Atomen zukommt, ist doppelter Art. Die eine bezieht sich auf die Veränderung der Lage der homogenen Atome (Mole-

kule) gegen einander. Es ist nicht erforderlich, daß die Atome gerade Uratome sind, sondern auch die Atome der abgeleiteten Ordnungen sind solcher Bewegungen fähig, nur dürfen sich diese nicht auf die heterogenen Atome erstrecken. Kohle und Schwefel geben Beispiele von der Veränderung der Lage der Uratome. Für die zusammengesetzten Atome liefert die kohlensaure Kalkerde im Kalkspath und im Arragonit ein bekanntes Beispiel. Hier sind es nicht Atome von Kalkerde, oder Atome von Kohlensäure, die ihre Lage verändern, sondern die homogenen Atome (Molekule) von kohlensaurer Kalkerde selbst kehren sich im Arragonit anderen Seiten zu als im Kalkspath. Granat und Vesuvian sind noch mehr zusammengesetzte Körper, bei welchen die homogenen Atome ebenfalls ihre Lage gegen einander verändern. Auch hier sind es die Atome der Mischung oder der Masse, woraus diese Körper bestehen ($rS + RS$) und nicht die Atome von rS und von RS, die sich im Granat anderen Seiten als im Vesuvian zuwenden. Diese Bewegungen und die dadurch hervorgebrachten Veränderungen in der Lage und Richtung der homogenen Atome gegen einander, modificiren also nicht die Wirkungen der Vereinigungs-Verwandtschaft oder der Affinität, sondern die Erfolge der Zusammensetzungs-Verwandtschaft oder der Kohäsion, weshalb sie auch nur einen Einfluß auf die äußere Gestalt des Körpers ausüben. Auf eine solche einfache und leicht verständliche Weise erklärt man die unter dem Namen der Dimorphie oder Polymorphie bekannten Erscheinungen.

Die zweite Art der Bewegung, die den Atomen zusteht,

bezieht sich nicht auf die Veränderung der relativen Lage der homogenen Atome (Molekule) gegen einander, sondern sie greift tiefer ein, indem sie die Lage der heterogenen Atome gegen einander verändert. Die Erscheinungen der Polymerie, welche durch diese Bewegungen hervorgebracht werden, modificiren die Wirkungen der Vereinigungs-Verwandtschaft, aber auch zugleich die der Kohäsion. Bei den unorganischen Körpern scheinen sie nur selten vorzukommen.

Wodurch wird nun diese Bewegung oder die verschiedenartige Gruppirung der Atome hervorgebracht? Wärme, Electricität, Licht, vielleicht auch Magnetismus, deren noch unbekannte Ursache ganz dazu geeignet ist, werden für die Beantwortung der Frage so lange aushelfen müssen, als man der Atome zur Zusammensetzung der Körper bedürfen wird. Es ist schon angedeutet worden, daß noch Kräfte herbeigeschafft werden müssen, durch welche die homogenen Atome, welche in der Mehrzahl in ein zusammengesetztes Atom eingehen, zusammengehalten werden. Da die Erscheinungen der Polymerie immer nur bei Körpern vorkommen, bei denen eine gewisse Anzahl von homogenen Atomen mit einer Anzahl von anderen ebenfalls unter sich homogenen Atomen verbunden ist, so könnte dieses Zusammentreffen leicht eine erwünschte Veranlassung darbieten, die Wirkung der einzuführenden neuen Kräfte näher zu bestimmen.

Da die Uratome etwas Fertiges und ursprünglich Gegebenes sind, so steht ihnen, vermöge ihrer absoluten Undurchdringlichkeit, auch die Kohäsion zu, die, der Annahme zufolge,

so groß ist, daß sie weder durch mechanische noch durch chemische Einwirkung aufgehoben werden kann. Dadurch wird aber nicht erklärt, was den Zusammenhang dieser Uratome bewirkt, wenn sie in ihrer Zusammensetzung einen Körper bilden. Die Zusammenhangs-Verwandtschaft oder die Kohäsionskraft, behauptet man, bringt diese Wirkung hervor. In welcher Art aber ist diese Kraft mit den Atomen verbunden? Ist sie ihnen bei ihrer Erschaffung auch als eine Eigenschaft zugetheilt worden? Das wäre freilich ebenfalls eine einfache und leicht zu fassende Vorstellungsart, aber es läßt sich dann wieder nicht einsehen, wie diese angeborene Kraft auch noch den Zusammenhang der homogenen Atome 1ster, 2ter u. s. f. Ordnung bewirken kann. Man sieht wohl, daß die Kohäsionskraft im Sinne der Atomenlehre ein leerer Begriff ist, denn von den Atomen des zusammengesetzten Körpers kann sie nicht ausgehen, weil sie in dem Augenblick schon wirksam und thätig sein muß, wo der Körper gebildet wird.

Wenn Rechenschaft über die Kraft gegeben werden soll, welche die homogenen Körperatome zusammenhält, so müssen diese, auch wenn sie nicht Uratome, sondern Atome der 1sten, 2ten u. s. f. Ordnung sind, schon als völlig fertig vorhanden gedacht werden, wie die Atomenlehre es auch wirklich verlangt. Ein Körper, der erst aus Atomen zusammengesetzt wird, kann aber die Bedingung seines Entstehens aus einzelnen Theilchen noch nicht in sich tragen, folglich muß diese Bedingung, als wirkende Kraft, in den Theilchen selbst, die kohäriren sollen, gesucht werden. Daraus folgt, daß die Ko-

häsionskraft von den Atomen ausgehen muß, die sich zu einem Körper vereinigen. Den Atomen muß also wirklich eine Kraft beigelegt werden, durch deren Wirkung die Kohärenz hervorgebracht wird, und diese Kraft muß wieder als ruhend oder als nicht vorhanden gedacht werden, wenn sich heterogene Atome verbinden, oder wenn eine Vereinigung von homogenen Atomen in der Mehrzahl erforderlich ist, die mit einem heterogenen Atom, oder auch mit einer Gruppe von heterogenen Atomen, in Verbindung tritt. Wodurch kommt nun die den Atomen beiwohnende Kraft der Kohäsion für solche Verbindungen außer Wirksamkeit? Es ist die Vereinigungs-Verwandtschaft oder die Affinität, welche der Zusammenhangs-Verwandtschaft entgegenwirkt. Jedes Atom, das Uratom sowohl als das zusammengesetzte Atom, folgt also der Affinitätskraft so lange, als bis diese befriedigt ist und dann erst tritt die Wirksamkeit der Kohäsionskraft der entstandenen zusammengesetzten Atome ein, welche in den heterogenen Atomen, die das zusammengesetzte Atom bilden, als ruhend, oder als von der Affinitätskraft überwältigt gedacht werden muß. Die Affinitätskraft aber findet ihre Befriedigung durch das Atomengewicht, welches den Atomen eigenthümlich ist, und woraus dann die bestimmten Mischungsverhältnisse des entstandenen zusammengesetzten Körpers entspringen.

Die Atome, wie die jetzige Atomenlehre sie verlangt, sind also von den Atomen der älteren atomistischen Schulen ungemein verschieden. Früher dachte man sich die Atome als unendlich kleine, mathematisch theilbare und physikalisch un-

theilbare Theilchen der Körper, denen eigene Kräfte eben so wenig zukommen, als den Körpern, welche aus ihnen zusammengesetzt werden. Bei einem vorausgesetzten, ganz gleichartigen Stoff construirte man die specifische Verschiedenheit der Materie durch die mannichfaltige Gestalt der Atome, vermittelst der leeren Räume, die zwischen den Atomen eingestreut wären. Die Kräfte, deren man zur Erklärung des verschiedenartigen Verhaltens der Körper nicht entbehren konnte, wurden ihnen als ein der Materie Aeußerliches und zu ihr Hinzugekommenes beigelegt. Da sich die Möglichkeit der Gestaltsverschiedenheit der Körpertheilchen mathematisch erweisen läßt, und da das ursprüngliche Vorhandensein dieser verschiedenen Gestaltung der Körpertheilchen eben so wohl, als das der Atome selbst, und der leeren Zwischenräume, gleichfalls als eine Möglichkeit zugestanden werden muß; so hat die Atomenlehre von je her großen Beifall gefunden, indem sie der Willkür und Phantasie ein freies Feld für die Construktion der Körper gestattete und der fertigen Materie diejenigen Kräfte beigelegt werden konnten, deren man gerade bedurfte. Die jetzigen atomistischen Theorieen haben mit den älteren nur noch das gemein, daß die Körper aus verschiedenartig gestalteten, absolut undurchdringlichen Theilchen und aus leeren Räumen zusammengesetzt werden. Die Uebertragung der aufgefundenen merkwürdigen Gesetze, deren die Körper bei ihrer chemischen Verbindung durch Befolgung bestimmter Mischungsverhältnisse unterworfen sind, auf die Atome, nämlich die Gleichstellung der Begriffe von Mischungsgewicht und Atomen-

gewicht, haben der Atomenlehre eine neue Stütze verschafft, und ihr eine fast allgemeine Anerkennung erworben. Man hat den Atomen eine ursprüngliche Beschaffenheit mehr beigelegt, als man ihnen vor der Auffindung der bestimmten Verbindungs-Verhältnisse der Körper zugetheilt hatte und glaubt dadurch die Ueberzeugung gewonnen zu haben, daß die Vorstellung von der Zusammensetzung der Welt aus Atomen und aus leeren Räumen, nicht mehr als eine mathematisch mechanische Erklärungsart betrachtet werden dürfe, sondern daß die wirkliche Existenz der Atome, — folglich auch die der leeren Zwischenräume — durch die Erfahrung bestätigt und erwiesen, keinem Zweifel mehr unterworfen sein könne.

Es giebt so viele Arten von Atomen, als man chemische Elemente kennt. Sollte sich die Zahl der letzteren vermehren, oder durch eine unerwartete Entdeckung vermindern, so wird sich die Anzahl der Atome leicht berichtigen lassen. Diese Atome sind ursprünglich in ihrer jetzt vorhandenen Art und Zahl geschaffen worden. Sie besitzen physische Untheilbarkeit, absolute Undurchdringlichkeit und verschiedene Gestalt. Sie sind vielleicht in der Größe verschieden, vielleicht besitzen sie aber auch einerlei Größe und dann muß eine materielle Verschiedenheit statt finden. Ueber die relative Größe der Atome ist man noch nicht einig. Den Atomen kommen ursprünglich eingepflanzte Kräfte, die Affinitätskraft und die Kohäsionskraft zu, deren Stärke nach der Art der Atome verschieden ist. Durch diese Kräfte wird nicht allein die Lage der Atome gegen einander, sondern auch die Intensität ihrer Verbindung

mit einander und die Stärke ihres Zusammenhanges bestimmt. Daß den Atomen alle diese Eigenschaften zukommen, läßt sich eben so wenig widerlegen als beweisen, denn wenn man einmal Atome annimmt, so kann man sie auch mit Eigenschaften ausstatten, die den Erscheinungen angemessen sind, welche sich bei der Vereinigung der Körper offenbaren. Alle jene Eigenschaften, welche ganz dazu geeignet sind, den Atomen eine Selbstständigkeit zu verschaffen und die daraus gebildete Materie nur als ein todtes Wesen, als das Resultat der Zusammenfügung der Atome, erscheinen zu lassen, Eigenschaften, die außerdem noch durch electrische, durch Licht- und Temperatur-Verhältnisse, den Umständen gemäß, modificirt werden können, — sie sind nicht zureichend, die Zusammensetzung der Körper aus ihnen zu erklären. Wenn jedem einzelnen Atom die seiner Art angemessene Affinitätskraft zukommt, so erklärt die Wirkung dieser Kraft nicht, warum sich in den zusammengesetzten Körpern die heterogenen Atome nicht immer Atom mit Atom verbindet. Wodurch werden die homogenen Atome bestimmt, sich je 2, je 3 und sofort mit einander zu vereinigen, um sich mit 1, 2, 3 u. s. f. heterogenen Atomen zu einem neuen homogenen Atom zu verbinden. Bei den Atomen der organischen Körper ist es besonders schwierig einzusehen, was die Atome von a veranlaßt, sich je 12, 16, 20 u. s. f. zu vereinigen, um sich dann erst mit den heterogenen Atomen von b und von c zu verbinden, die sich ihrerseits auch in Gruppen von 16, 20, 24 u. s. f. zusammenbegeben, um den neuen Körper zu bilden. Der zu bildende

neue Körper kann nach atomistischen Begriffen nichts dazu beitragen, sein künftiges Verhältniß der heterogenen Atome zu einander zu bestimmen, und in den Atomen von a, b, c kann der Grund zu einer solchen gruppenweisen Vereinigung auch nicht nachgewiesen werden, denn die Kraft der Affinität weiset jedes einzelne Atom zu einer Verbindung mit jedem einzelnen heterogenen Atom an und kann daher keinen Aufschluß darüber geben, warum die homogenen Atome erst in Gruppen versammelt sein müssen, um sich mit anderen Gruppen von Atomen zu verbinden.

Es ist nicht zu bezweifeln, daß man auch für dieses Verhalten der Atome Kräfte auffinden, oder irgend eine Modifikation der den Atomen schon beiwohnenden Affinitätskraft ausmitteln wird. Dadurch aber, daß man den Atomen Eigenschaften beilegt, die den Erfolgen und Erscheinungen bei der chemischen Verbindung der Körper entsprechen, wird für die Frage über das Vorhandensein von Atomen überhaupt, oder über die Konstruction der Materie aus Atomen und leeren Räumen, immer nichts entschieden werden können, weil die Berufung auf Erfahrung bei Begriffsbestimmungen, die nur im philosophischen Gange der Betrachtungen gegeben werden können, nicht zulässig ist. Daß die Atomenlehre die Kohärenz der Körper niemals erklären kann, hat Weiß in seiner schätzbaren Abhandlung: Vorbegriffe der Kohäsionslehre (Abhandl. d. phys. Klasse der Königl. Berliner Akad. d. Wiss. f. 1832. S. 61. u. f.) vortrefflich auseinandergesetzt. Die Kohäsion ist und bleibt für die Atomenlehre nur Adhäsion, in=

dem die Atome sich nicht, oder kaum berühren, und selbst, wenn für manche Fälle eine Berührung zugegeben oder etwa für nothwendig erachtet werden sollte, können nur die Erscheinungen der Adhäsion eintreten, weil die gemeinschaftliche Gränze zweier Atome in der Berührungsfläche stets aufrecht erhalten werden muß. Die Materie koharirt nicht und die Kohärenz steckt einzig und allein im Uratom, dem sie angeboren ist, also auch nicht einmal im Doppelatom und noch weniger in den Gruppen von homogenen Uratomen, sie mögen durch Zusammenhangs-Verwandtschaft oder durch Vereinigungs-Verwandtschaft mit einander verbunden sein.

Daß die Rechtfertigung des Begriffes von Materie nicht aus Beobachtungen und Erfahrungen, sondern allein aus der Philosophie und besonders aus der Metaphysik herzunehmen sei, hätte in Deutschland seit Kant nicht wieder in Vergessenheit kommen sollen. Der Grund dieses Vergessens liegt darin, daß die metaphysischen Forschungen über das Wesen der Materie, ihrer Natur nach, zu einem positiven Resultat nicht führen können und daß die praktische Richtung des Zeitalters es verschmähete, die aus der Abstraction zu entnehmenden Begriffsbestimmungen aufzusuchen, während man in den Atomen die Materie, so zu sagen, schon mit den Händen erfassen konnte. Daß mit metaphysischen Spekulationen oder deren Anwendung auf das physikalische oder chemische Verhalten der Körper nicht auszureichen und daß es fast lächerlich sei, die Zusammensetzung der Körper aus Atomen und leeren Räumen zu bezweifeln, findet man in den Schriften niedergelegt

und hört es von den Lehrstühlen verkündigen. Je weiter man indeß in der Kenntniß von dem physikalischen Verhalten der Körper fortschreitet, je mehr man Aufschlüsse über die geheimnißvollen Wesen: Licht, Wärme, Electricität und Magnetismus gewinnt, desto mehr wird man einzusehen veranlaßt werden, daß die metaphysischen Spekulationen wenigstens ganz dazu geeignet sind, der Unfehlbarkeit der Atomenlehre zu mißtrauen, und desto mehr wird man sich ins Gedächtniß zurückrufen, was der Königsberger Philosoph schon vor einem halben Jahrhundert aussprach: „Alles, was uns des Bedürfnisses überhebt, zu leeren Räumen unsere Zuflucht zu nehmen, ist wirklicher Gewinn für die Naturwissenschaft. Denn diese geben gar zu viel Freiheit der Einbildungskraft, den Mangel der inneren Naturkenntniß durch Erdichtung zu ersetzen. Das absolut Leere und das absolut Dichte sind in der Naturlehre ohngefähr das, was der blinde Zufall und das blinde Schicksal in der metaphysischen Weltwissenschaft sind, nämlich ein Schlagbaum für die herrschende Vernunft, damit entweder Erdichtung ihre Stelle einnehme, oder sie auf dem Polster dunkler Qualitäten zur Ruhe gebracht werde." (Metaphys. Anfangsgr. der Naturwissenschaft S. 78.)

Die Atomenlehre mag der Philosophie zum Trotz den Atomen Eigenschaften beilegen, welche sie immer will, sie mag diese Eigenschaften modificiren, wie es die Erscheinungen bei dem physikalisch-chemischen Verhalten der Körper immerhin zu erfordern scheinen, sie mag sogar, — und dies ist wirklich geschehen, — jenen Erscheinungen eine Deutung ge-

ben, welche mit der angenommenen Begriffsbestimmung der einfachen, doppelten u. s. f. Atome in Uebereinstimmung steht; niemals wird sie dahin gelangen können, über die Bildung der Körper aus einer nach bestimmten oder unbestimmten Verhältnissen zusammengesetzten Mischung, eine befriedigende Erklärung zu geben. Der Grund liegt darin, daß sie das Bestimmende bei der Bildung des Körpers nicht in ihm selbst sucht, sondern ihn aus Theilchen zusammensetzt, welche die Bedingung zu seiner Entstehung enthalten sollen. Sie macht die Bildung des Körpers von den den Atomen beigelegten Kräften abhängig und verleiht ihm nur Gestalten und Eigenschaften, die in der Form und Beschaffenheit der Atome ihre Begründung finden. Sie entzieht dem Körper seine innerste, eigenste Individualität und macht ihn zu einem Aggregat von Uratomen, welche sich durch die ihnen beigelegten Verwandtschaftskräfte in verschiedener Zahl und Weise zusammenfinden.

Der chemische Prozeß, von welchem die Körper erfaßt werden, ist der Weg ihres Todes, und zugleich der Keim zu einem neuen eigenthümlichen Leben, welches sich in dem organisirenden Triebe des entstehenden Körpers äußert und ihm nicht durch Verwandtschaftskräfte der in der Mischung untergegangenen Körper ertheilt wird. Diesen Trieb hat man bei den organischen Körpern die Lebenskraft, bei den unorganischen Körpern die Krystallisationskraft oder auch die Kohäsionskraft genannt, um einen Ausdruck für die durch Bewegung sich manifestirende Thätigkeit der Materie zu haben, in welcher der reflectirende Verstand nur die Wirkung einer Kraft

erkennen kann, weil diese für ihn das Letzte ist, wohin er geführt wird, obgleich er sich dabei bewußt bleibt, daß das, was ihm in der Reflexion als Kraft vorschwebt und was durch die mit der Kraft gleichgesetzte Wirkung derselben, als etwas Reelles und in die Sinne Fallendes erkannt wird, nichts anderes als das Wesen der ihm unbekannten Materie selbst sein muß.

Will man die Bildung eines unorganischen Körpers von den Atomen abhängig machen, die sich in der Mischung befinden, aus welcher der Körper hervorgeht, so muß auch das Fortbestehen und Wachsen eines organischen Körpers aus den Atomen erklärt werden, welche ihm zur Nahrung dienen. Kein Atomistiker wird aber im Ernst behaupten wollen, daß in den Atomen, welche die Nahrungsmittel der Thiere oder der Pflanzen zusammensetzen und welche auf irgend eine Weise in einer Mischung vereinigt sind, der Grund zu suchen sei, aus welchem sich die verschiedenen Theile ihres Organismus verschieden gestalten. Eben so wenig kann bei der Bildung unorganischer Substanzen in der Mischung die Bedingung zu der Bildung der specifischen Art des Körpers, welcher sich aus der Mischung ausscheidet, gefunden werden. Das Wesen des chemischen Prozesses ist die Vereinigung des Heterogenen zu einer homogenen Mischung; das Wesen des Bildungsprozesses, — er erfolge durch die Lebenskraft bei den organischen, oder durch die Kohäsionskraft bei den unorganischen Körpern, — ist das Heterogenwerden des Homogenen durch die immanente, eigenthümliche Thätigkeit der Materie, welche sich

zu einer specifischen Art individualisirt und aus der Mischung aussondert. Diese Bildung der Körper durch die immanente Thätigkeit der Materie ist es, die man die Scheidung nennt, und mit Unrecht als die Wirkung eines chemischen Prozesses betrachtet. Wohl aber wird für die Möglichkeit der Bildung eines neuen Körpers erfordert, daß ein chemischer Prozeß vorangegangen sei, obgleich es Fälle geben kann (besonders bei der Vereinigung von luftförmigen Substanzen), wo beide Prozesse in einem zusammenzufallen scheinen.

Bei der Bildung unorganischer Körper dauert die Entstehung der durch die Kohäsionskraft sich individualisirenden Materie, — sehr bezeichnend hat man diesen organisirenden Trieb der Materie ihr stummes Leben genannt, — nur so lange fort, als das Heterogenwerden der Mischung durch die Kohäsionskraft bewirkt werden kann. Ließe sich der erste Zustand der Mischung unaufhörlich wiederherstellen, so würde auch die organisirende Thätigkeit unaufhörlich wirksam bleiben. Die Natur bietet uns zwei augenfällige Beispiele von einer solchen perennirenden chemischen und Bildungsthätigkeit dar, obgleich wir nicht wissen, durch welche Mittel sie das constante Verhältniß der Luftarten in der Atmosphäre und den constanten Salzgehalt im Ocean aufrecht erhält. Auch bei den organischen Körpern sehen wir die Abhängigkeit des organisirenden Triebes der Materie von dem chemischen Prozeß, so wie umgekehrt die Abhängigkeit des letzteren von dem ersteren. Die Dauer beider Thätigkeiten, die sich wie Ursache und Wirkung bedingen, ist das Leben.

Wollte ein Anhänger der Atomenlehre zugeben, daß bei der Bildung eines unorganischen Körpers — bei der eines organischen ist er zu einem solchen Zugeständniß gezwungen, — das Bedingende seines Entstehens und seines Gestaltens zwar in der organisirenden Thätigkeit der zu einer bestimmten individuellen Qualität sich ausbildenden Materie, und nicht in der Mischung aus welcher der Körper ausscheidet, zu finden sei, — wollte er dies zugeben und gleichwol behaupten, daß der Körper selbst sowohl als die Mischung aus Atomen bestehe; so würde er zugleich bekennen müssen, daß solchen Atomen, außer der absoluten Undurchdringlichkeit, keine andere Eigenschaft zukommen könne. Es würde sich dann nur allein um die metaphysisch zu erörternde Frage handeln, ob man sich die Materie continuirlich, oder aus Atomen und leeren Räumen zusammengesetzt, zu denken habe, und dann würde die Anwendung der Atomenlehre auf die chemische Verbindung und auf die Verbindungs-Verhältnisse der Körper ohne alle Bedeutung sein.

Wenn die Kohäsionskraft für die todte Materie dieselbe Bedeutung hat, wie die Lebenskraft für die lebende, so resultiren von ihr die Gestalt, die Größe des Zusammenhanges, das specifische Gewicht und alle physikalischen Eigenschaften des aus einer Mischung sich absondernden Körpers. Dadurch aber ist nicht bestimmt und kann nicht bestimmt werden, was die Materie an sich sei, denn es ist nur eine Reflexion des Verstandes, die Kraft von der Materie zu trennen und sie als eine der Materie zukommende Eigenschaft zu betrachten, da sie doch das Wesen der Materie selbst ist.

Die Materie ist ein in Raum und Zeit Gegebenes und für den Verstand unbegreiflich. Nur das ist gewiß, daß es keine Materie ohne Bewegung und keine Bewegung ohne Materie giebt. Die Materie kann dem reflektirenden Verstande daher nur als das Bewegliche im Raum und in der Zeit erscheinen und die Erfüllung des Raumes und der Zeit, wodurch beiden ein positives Bestehen, ausschließend einen andern Raum und eine andere Zeit, ertheilt wird, also die reale Begränzung des Raumes und die Dauer des Bestehens, wird durch Bewegung zur Wirklichkeit gebracht. Die Trennung von Kraft und Materie liegt nur in der Reflexionsbestimmung des Verstandes, denn die Materie ist Kraft und Kraft ist Materie. Durch diese Reflexion werden wir aber veranlaßt, der Materie Kräfte beizulegen, welche der Erfüllung des Raumes Gränze und der Zeit Dauer verleihen und diese Kräfte müssen bewegende Kräfte sein, weil die Materie, oder das Bewegliche im Raum, nach der Vorstellung des Verstandes, den Raum nur durch bewegende Kräfte erfüllen kann. Aus dieser Vorstellung von dem Wesen der Materie überhaupt, welche man, — obwohl nicht richtig bezeichnet, — die dynamische Construction der Materie genannt hat, geht unmittelbar hervor, daß alle Materie ursprünglich homogen sein muß, eben weil sie nur das Reale an Raum und Zeit ist. Wenn die dynamische Philosophie auf solche Weise den Begriff einer Materie auf ursprüngliche Kräfte zurückführt, so muß sie auf den Vortheil Verzicht leisten, den die Atomenlehre vor ihr voraus hat, nach welcher das, was die speci-

fische Verschiedenheit der Materie genannt wird, ein schon vom Anbeginn der Schöpfung her Gegebenes ist, so daß es für die Atomistik einer metaphysischen Begriffsbestimmung der Materie und ihres qualitativen Unterschiedes nicht bedarf. Dagegen wird die Atomenlehre durch die nothwendige Voraussetzung der Unveränderlichkeit der Stoffe unter allen Umständen, zu jener beschränkten Welt-Ansicht genöthigt, welche mit der Zusammensetzung der Körper aus der Art und der Anzahl der von Ewigkeit her gegebenen und in Ewigkeit fortdauernden Atome durchaus zusammenhängt.

Die specifische Verschiedenheit der Materie ist ein reiner Erfahrungsbegriff, der von dem metaphysischen Begriff der Materie unabhängig ist. Auch der Atomistiker ist nicht gerade genöthigt, den Atomen eine specifische materielle Verschiedenheit beizulegen, sondern man kann, — wie es von einigen Bekennern der Atomenlehre geschieht, — die Ursache jener Verschiedenheit in der ursprünglichen Verschiedenheit der Gestalt und Größe der Atome finden. Was aller Materie nur allein gemeinsam ist, das ist die Schwere, die Wirkung einer Materie auf die andere, außer der Berührung. Hingegen die specifische Beschaffenheit der Materie, diejenige nämlich, durch welche sie sich von einer anderen unterscheidet und woran ihre Eigenthümlichkeit erkannt wird, steht mit den ursprünglichen Kräften der Materie nur insofern in einem nothwendigen Abhängigkeitsverhältniß, als die bestimmte Materie überhaupt eine Materie ist; aber jene Kräfte können nicht zur Erklärung der Verschiedenartigkeit der Materie dienen, weil sie nur eine zufällige

Eigenschaft derselben bleibt, deren Aeußerung von der Bildungsweise der specifischen Art der Materie abhängig ist, die sich an Bedingungen knüpft, welche bei dem beschränkten Umfange unserer Erfahrungskenntnisse nicht ermittelt werden können. Als man die metallischen Grundlagen der Erden und Alkalien noch nicht erkannt hatte, mußten jene Stoffe selbst als specifische Materien betrachtet werden; es ist aber nicht unmöglich, sogar sehr wahrscheinlich, daß unsere chemischen Elemente ebenfalls zusammengesetzte Körper sind und dann würde sich der Begriff von specifischer Verschiedenheit der Materie wesentlich modificiren.

Dieser Begriff ist also kein wesentlicher für die Begriffsbestimmung der Materie und es liegt eine Anmaaßung in dem Urtheil, daß eine specifische Verschiedenheit der Materie nothwendig deshalb statt finden müsse, weil die Unveränderlichkeit der Stoffe durch unsere Erfahrungen geläugnet wird. Bis jetzt hat es nicht die Aufgabe der Chemie sein können, specifisch verschiedene Materien umzuwandeln, denn sie würde sich dann auf einem Felde befinden, wo sie von jeder Erfahrung verlassen ist. Es läßt sich selbst nicht einmal die Frage über die Möglichkeit der Umwandlung der specifisch verschiedenen Materien in einander beantworten, weil nicht allein tellurische, sondern unbezweifelt auch kosmische Verhältnisse für die Möglichkeit oder Unmöglichkeit dieser Umwandlung entscheidend sein können. Als eine eigenthümliche, und von einer jeden anderen specifisch verschiedene Materie, wird daher in der Chemie mit Recht derjenige Körper angesehen, welcher,

— bei den bisher bekannten Mitteln eine Vereinigung desselben mit jedem anderen Körper zu Stande zu bringen und Trennungen aus solchen Verbindungen zu veranlassen, — sich immer mit denselben Eigenschaften wieder zu erkennen giebt. Die metaphysischen Untersuchungen über das Wesen der Materie, über den Verbindungszustand und die Mischungsverhältnisse der heterogenen Körper in der vollendeten Auflösung, und über den Grund des Heterogenwerdens der letzteren durch Absonderung eines bestimmten Körpers (durch Verflüchtigung, Niederschlag, Krystallisation, oder durch höhere organisirende Thätigkeit) sind folglich ganz unabhängig von der — bis jetzt wenigstens — fruchtlosen Untersuchung über die Ursache der specifischen Verschiedenheit der Materie.

Mit dem dynamischen Begriff der Materie ist ihre Continuität, also ihre Theilbarkeit ins Unendliche, nothwendig verbunden, denn, indem sie den Raum erfüllt und sich Existenz verschafft, schließt sie jeden anderen Raum aus. Es ist schon oft erinnert worden, daß durch den Begriff der Theilbarkeit der Materie ins Unendliche die bedeutungslose Aufforderung: diese Theilung wirklich vorzunehmen, von selbst zurückgewiesen werde, indem in dem Begriff der Theilbarkeit der Materie ins Unendliche nicht die Behauptung liegt, daß die Materie aus unendlich vielen Theilen zusammengesetzt sei, wodurch der Begriff von Continuität vielmehr wieder aufgehoben werden würde.

II.

Kohäsion.

Die Kohäsionskraft ist die organisirende Thätigkeit der zu einer bestimmten und specifischen Qualität sich ausbildenden Materie. Die Wirkung dieser Kraft giebt sich als Kohäsion zu erkennen, worunter das Zusammenhalten der homogenen Masse verstanden wird. Die Kohäsionskraft ist folglich ein Ausdruck für die bestimmte Weise, in welcher die Materie sich in ihrer individuellen Qualität die Existenz verschafft, oder wie sie den Raum in bestimmter Weise erfüllt.

Kohäsion ist ohne Continuität der Materie nicht denkbar. Nur im Stetigen, in welchem die Theile nicht getrennt sind, in welchem es keine Gränze des einen Theils gegen den anderen giebt, nur da existirt Kohäsion, deren erstes Geschäft ist, die Gränzen zu vertilgen, die Trennung zu vernichten, wo sie sie vorfindet, an Theilen, welche der gleichen Kohäsion fähig sind. So fließen zwei Tropfen zusammen zu einem; die Gränze zwischen ihnen ist vertilgt und wird es im Moment der Berührung. Beide Tropfen sind nicht gewisser-

maßen an einander geschoben (contigua) wie zwei verschiedene, die sich berühren, sondern es entsteht ein Continuum an der Stelle des Contiguum, d. h. die Gränze ist verschwunden. Wird ein fester Körper zerschlagen, so ist eine Gränze entstanden, die vorher nicht da war. Diese Gränze existirte in der Möglichkeit, nicht in der Wirklichkeit, so wie der Geometer durch Linien Gränzen in die Fläche eintragen kann. Ist der Körper zersprungen, so können die Stücke zwar Contigua, aber nicht Continua bilden. Letzteres erst dann, wenn die Gränzen weggenommen werden, etwa durch Schmelzen. Der flüssige Zustand vertilgt die Gränzen, er duldet sie nicht, sondern setzt eine neue Kohäsion zwischen dem vorher Getrennten ein; er vereinigt das Dies- und Jenseitige nothwendig und wirklich und bildet ein neues Continuum aus ihm. An der Trennungsstelle der Stücke eines zerschlagenen festen Körpers ist ein neuer Zustand eingetreten: ein Zustand von Unbefriedigung im Gegensatz des vorher in sofern befriedigten Zustandes. Vorher setzte die Masse sich stetig fort in der jenseitigen; folglich setzte sich auch in ihr die jenseitige stetig fort. Und dies ist nothwendig überall der Fall, wo Kohäsion ist. (Weiß a. a. O. S. 61. u. f.)

Die Atomenlehre versteht unter Kohäsionskraft die Anziehung zwischen den homogenen Körperatomen in unmeßbar kleiner Entfernung, deren Wirkung — Zusammenhangs-Verwandtschaft oder Kohäsion — darin besteht, daß die Atome der Körper zusammengehalten werden. Die Kohäsionskraft im dynamischen Sinne ist also von der im Sinne der Atomenlehre verschie-

den, weil nur im Uratom Continuität anzutreffen ist, aber nicht in den aus einem einfachen oder aus mehren heterogenen Elementen zusammengesetzten Körpern. Man hat von Anziehung zwischen den homogenen Atomen durch die Schwerkraft gesprochen, sogar das Zusammenhalten der Atome der Materie mit dem Gravitiren der Weltkörper gegen einander verglichen, um nicht Rechenschaft über die Ursache der Kohäsion geben zu dürfen, sondern die Phantasie mit einem unpassenden Bilde zu beschäftigen.

Da Kohäsion ohne Continuität der Materie nicht denkbar ist, so kennt die Atomenlehre nur Adhäsion, weil die Gränzen eines jeden einzelnen Atoms aufrecht erhalten werden. Selbst der Begriff von Adhäsion im dynamischen Sinne, welcher eine unmittelbare Berührung der Körper voraussetzt, ist auf den atomistischen Begriff von Kohäsion nicht zu übertragen, weil die Atome durch den leeren Raum getrennt sind und sich nicht berühren. Die Atomenlehre ist zu der Annahme genöthigt, daß die Kohäsionskraft eine den Atomen bei deren Erschaffung eingepflanzte oder mitgetheilte Kraft sei, daß aber den Atomen noch nothwendig ein gewisser Instinkt zukomme, durch welchen diese Kraft veranlaßt wird, sich thätig oder unthätig zu verhalten, je nachdem einfachere oder zusammengesetztere Körper gebildet werden. Bei so gut ausgerüsteten, man mögte sagen vernünftigen Atomen, deren fügsame Kräfte durch die leeren Zwischenräume hindurch wirken, gelangt man bald zu einer leicht faßlichen Kenntniß vom Wesen der Materie und von der Ursache der Kohäsion der Körper, welches

der metaphysischen Naturlehre nicht so gelingen will. Dagegen erscheint aber auch jene nur als Sache der Einbildungskraft und der Phantasie, weil den Begriffsbestimmungen nur die Vorstellungen zum Grunde liegen, welche durch die empirische Erscheinung herbeigeführt werden. Indem den Atomen in solcher Weise äußerlich Eigenschaften und Kräfte aufgedrückt werden, welche als ursprünglich mit ihnen geschaffene vorausgesetzt werden müssen, wird dann jeder weiteren Forschung über die Natur der Materie ein Ziel gesetzt.

Ganz consequent giebt die Atomenlehre den verschiedenen Kohäsionszuständen der Körper den Namen der Aggregatzustände, weil jeder Körper nur ein Aggregat von homogenen oder heterogenen Atomen sein kann. Von den verschiedenen Graden der zusammenhäufenden Verwandtschaft sind die verschiedenen Grade der Festigkeit der Körper abhängig. Ist die Verwandtschaft groß oder die Kohäsionskraft stark, so ist der Körper fest und hart; wird sie schwächer, so wird der Körper flüssig und bei noch größerer Abnahme gasförmig. Was kann einfacher und verständlicher sein, als solche Erklärung. Die Atome Wasser (oder welche Flüssigkeit es sonst sei) bringen in die leeren Räume eines festen Körpers, z. B. eines Salzes, und machen ihn flüssig. Es würde nicht zu begreifen sein, wie die starke Verwandtschaftskraft der Salzatome durch die eindringenden Wasseratome überwältigt und wie dadurch eine Flüssigkeit gebildet werden könnte, in welcher die Salzatome durch die zwischengefügten Wasseratome ungleich schwächer als vor der Auflösung zusammenhängen,

wenn es nicht die Vereinigungs-Verwandtschaft oder die Affinität der Salze zu den Wasser-Atomen wäre, welche die Zusammenhangs-Verwandtschaft der Salz-Atome überwältigt, denn die Affinität ist, wie angenommen wird, eine stärker wirkende Kraft als die Kohäsion. — Wird ein fester Körper durch Wärme flüssig, so begiebt sich die Wärme in die leeren Zwischenräume, treibt die Atome aus einander, veranlaßt, wegen ihrer dadurch bewirkten größeren Entfernung von einander, einen geringeren Zusammenhang derselben und macht die Körper dadurch tropfbar oder auch gasförmig flüssig.

Auf solche Weise wird der Grund der verschiedenen Kohäsionszustände der Körper einfach auf die größere oder geringere Entfernung der Atome von einander zurückgeführt.

Bei den durch Auflösung sich bildenden Flüssigkeiten sind es die Affinität und die Kohäsionskraft, von denen diese durch jene überwältigt und dadurch eine größere Entfernung der Atome von einander hervorgebracht wird; bei den Gasbildungen durch Wärme entfernt diese selbst die Atome des festen Körpers von einander und versetzt sie dadurch in den flüssigen oder gasförmigen Zustand. Bei festen Körpern, welche in den höchsten Temperaturen nicht flüssig werden wollen (z. B. bei der Kohle) müssen die Atome wahrscheinlich durch eine so große Kohäsionskraft vereinigt sein, daß die Wärme die leeren Zwischenräume nicht bedeutend genug erweitern kann, um den flüssigen Zustand herbeizuführen. Die Atome selbst bleiben bei allen diesen Gestaltsveränderungen der Körper unverändert starre, feste, absolut undurchdringliche Körpertheilchen,

deren Temperatur sich in der tiefsten und in der höchsten Temperatur nicht ändert, weil nicht sie, sondern nur die leeren Räume der Körper von der Wärme durchdrungen werden können. Die Atome müssen also genau dieselbe Temperatur haben, welche ihnen bei ihrer Erschaffung zugetheilt worden ist.

Während die Metaphysik genöthigt ist, den Grund der verschiedenen Kohäsionszustände der Materie in der zufälligen Bildungsweise derselben selbst zu suchen, und während sie den Uebergang des Körpers aus dem einen in den andern dieser Zustände nur auf den allgemeinen Begriff von Ausdehnung durch Bewegung zurückführen kann, befindet sich die Atomenlehre, durch jede beliebig gewählte Gestalt, Eigenschaft und angeborne Kraft der Atome, und bei den zusammengesetzten Körpern außerdem noch durch die nach Willkür zu bestimmende Zahl und Verbindungsweise derselben, so wie endlich durch die nach Erforderniß zu vergrößernde oder zu vermindernde Entfernung der einfachen und dann auch wieder der zusammengesetzten Atome von einander, im Besitz aller Mittel, die Verschiedenheit der ihr in den Atomen bereits gegebenen Materie und deren verschiedene Aggregatzustände vollständig zu erklären. Für das Flüssigwerden der festen Körper durch Temperaturerhöhung bedarf sie nur noch einer Quantität Wärme, welche die leeren Räume zwischen den Atomen erfüllt, daher sie nothwendig materiell gedacht werden muß, obgleich sie, — ebenso wie man es bei den andern mit den Atomen verbundenen Kräften anzunehmen sich erlaubt, — als eine bald ruhende, bald thätige Materie mit den Atomen ver-

einigt sein muß, wie aus den Vorstellungen von latenter Wärme nothwendig zu folgern ist. Bei allem diesem Reichthum an Mitteln ist die Atomenlehre aber immer noch so arm, daß sie die Haupt-Eigenschaft der flüssigen und gasförmigen Körper, — die leichte Verschiebbarkeit ihrer materiellen Theile, — nicht erklären kann. Die Atome sind und bleiben starre Massen von bestimmter Gestalt, denen, wenn sie auch als physisch untheilbar betrachtet werden, ein Schwerpunkt zukommen muß. Die bloße Bewegung der gasartigen Körper würde daher schon eine solche Unordnung in der Lage der Atome veranlassen, daß mit dem Körper eine wesentliche materielle Veränderung vorgehen müßte.

Bei den flüssigen Körpern hat die Kohärenz nach allen Richtungen im Raum einen gleichen Werth, daher der Mangel an Widerstand der materiellen Theilchen gegen die Verschiebung.

Bei den festen Körpern erfährt jeder Punkt von einer Richtung her einen anderen Widerstand als von der anderen, weil die Masse nach den verschiedenen Richtungen im Raum verschieden wirkt; daher der Widerstand gegen die verschiebende Kraft. An dem Dasein eines jeden materiellen Punktes des festen Körpers ist, wegen der Continuität der Materie, das Dasein eines jeden anderen wesentlich geknüpft, aber beide werden nicht nach allen Richtungen im Raum gleich stark sollicitirt; sie können daher auch keinen Wechsel der Stelle, keinen Austausch ihrer Umgebung, wie die materiellen Punkte der nach allen Richtungen gleich stark sollicitirten flüssigen Kör-

per erfahren, sondern sie werden der Kraft, die sie verschieben will, so lange widerstehen, bis der Zusammenhang des ganzen Körpers aufgehoben wird. Durch die Zusammensetzung der Körper aus Atomen läßt sich dies verschiedenartige Verhalten eines und desselben Körpers, im festen und im flüssigen Zustande, nicht erklären und noch weniger die Ursache einsehen, warum die Kohäsionsgröße bei den verschiedenen Flächen eines und desselben — chemisch homogenen — Körpers beträchtlich verschieden sein kann.

Die Chemie verzichtet sogar auf diesen wesentlichen Unterschied im physikalischen Verhalten der Körper in ihren verschiedenen Kohäsionszuständen, weil sie in beiden Fällen nur einerlei Zusammensetzung findet, obgleich sie durch viele Beispiele (Diamant und Kohle; geglühete und nicht geglühete Erden und Oxyde u. s. f.) belehrt wird, daß die Kohäsionsgröße das chemische Verhalten der Körper wesentlich zu modificiren vermag.

Der flüssige Zustand ist der Zustand der Formlosigkeit; es ist daher nicht nothwendig erforderlich, daß der Körper in diesem Zustande eine specifische Qualität offenbare, denn jeder materielle Punkt in der flüssigen homogenen Mischung hat für jeden anderen noch einen gleichen Werth, so daß einer an die Stelle des andern gesetzt werden kann. Könnte der flüssige Zustand der Mischung urplötzlich in einen festen übergehen, so würde der starre Körper das Mischungsverhältniß der flüssigen Mischung behalten müssen. Für den Wasserprozeß ist darüber aber keine einzige erweisbare Erfahrung

vorhanden.*) Die Kohäsionskraft der Materie duldet keine andere Ungleichartigkeit in der Stärke des Zusammenhanges als diejenige, welche das Gesetz selbst vorschreibt, nach welchem sich die specifische Qualität des Körpers ausbildet. Jede andere Ungleichartigkeit würde eine mit der Gestalt und dem Wesen des Körpers nicht verträgliche Wirkung nach den verschiedenen Richtungen im Raum ausüben, die das Zersprengen des Körpers durch eigene innere Kraft nothwendig zur Folge haben müßte. Durch plötzliches Festwerden der flüssigen Mischung, an deren Bildung mehre Substanzen Theil genommen haben, können daher wohl Gemenge von Körpern verschiedener specifischer Qualität, aber niemals Körper gebildet werden, denen jene Eigenschaft nicht zukommt, d. h. die nicht nach einem bestimmten Verhältniß der Mischung gebildet sind.

Es ist also die Kohäsionskraft, oder die innere Kraft der zu einer specifischen Qualität sich ausbildenden Materie selbst, durch welche aus der homogenen flüssigen Mischung bei ihrem Heterogenwerden nur feste Körper von bestimmten Verhältnissen der Mischung hervorgehen können.

---

*) Zwar will man die Erfahrung gemacht haben, daß eine Auflösung von Kochsalz in Wasser, welche schnell von + 40 bis zu — 6 Gr. Fahrenh. erkältet wird, durchaus gefriert, ohne daß eine Ausscheidung des Salzes stattfindet, wogegen bei minder plötzlichen Temperaturveränderungen das Wasser krystallisirt und die Salzauflösung concentrirt wird. Diese Erfahrung erwartet aber noch eine Bestätigung.

Die große Verschiedenheit der chemischen Reactionen, bei zwei Körpern von ganz gleicher chemischer Zusammensetzung, die sich physikalisch durch größere oder geringere Kohäsion unterscheiden, ist eine ganz allgemeine aber wenig beachtete Erfahrung, weil sich die Reactionen in den mehrsten Fällen nur dem Grade nach verschieden zu verhalten scheinen, und weil sich häufig bloß durch Erhöhung der Temperaturen bei dem einen dieselbe Reaction zur Erscheinung bringen läßt, welche der andere in einer niedrigeren Temperatur schon darbietet. So bestimmt wie zwischen Diamant und Kohle, wie zwischen geglühter und nicht geglühter Thonerde, Zinnoxyd, Zinkoxyd, Eisenoxyd u. s. f. lassen sich zwar die Verschiedenheiten in den Reactionen nicht immer warnehmen, weshalb auch die, durch die verschiedenen Kohäsionszustände veranlaßten Abweichungen in dem chemischen Verhalten ganz gleicher chemischer Stoffe nur wenig Berücksichtigung gefunden haben; aber es ist deshalb nicht weniger richtig, daß gleiche chemische Stoffe im physikalischen Sinne ganz verschiedene Körper sein können, eine Verschiedenheit, die nicht bloß auf das specifische Gewicht, auf die äußere Gestalt und die Wärmecapacität beschränkt bleibt, sondern zuletzt auch in den chemischen Reactionen erkannt wird. Marmor zeigt andere Reactionen als Kreide; Witherit andere als frisch gefällte kohlensaure Baryterde, Weißbleierz andere als frisch dargestelltes kohlensaures Bleioxyd, Marienglas andere als frisch niedergeschlagener Gips. Das mit hydrothionigsaurem gemischte hydrothionsaure Ammoniak, welches einen Theil seines Schwefels so leicht an die Metalle abgiebt und sich in hydrothionsaures Ammoniak umändert, aber auch die Metalloxyde für sich und in ihren Verbindungen mit Säuren so leicht und schnell in Schwefelmetalle verwandelt, zeigt ein sehr verschiedenartiges Verhalten gegen jene Körper, wenn sie sich in einem verschiedenen Kohäsionszustande befinden. Gold, Platin und Titan werden gar nicht; Blei, Wismuth, Eisen und Zink erst nach Verlauf von 14 Tagen auf eine kaum bemerkbare Weise; Quecksilber und Messing ziemlich langsam; Kupfer sehr schnell und Silber sogleich in Schwefelmetalle umgeändert. Der Arsenikalkies oder die natürliche Legirung des Eisens mit Arsenik erleidet nicht die geringste Veränderung; Arsenik, Antimon und Zinn werden langsam aufgelöst. Unter den in der Natur vorkommenden Metalloxyden und oxydirten Verbindungen werden gar nicht verändert: Galmei, Kieselzinkerz, Spatheisenstein, Magnet-

eisenstein, Eisenglanz, Rotheisenstein, Brauneisenstein, Titan-eisenstein, Chromeisenstein, Franklinit, Melanit, Zinnstein, Wolfram, Tungstein, Rothbleierz, Würfelerz (arseniksaures Eisen) Dioptas. Sehr langsam ist die Einwirkung bei dem Graubraunsteinerz, Gelbeisenstein, Rasenerz, Libethkupfer und Kupfererz von Rheinbreitbach (beide phosphorsaures Kupfer), Olivenerz (arsenikſ. Kupfer), Kupferlasur, Rothkupfererz, und zwar in der angeführten Folge langsamer und schneller. Sehr langsam und zwar in der aufgeführten Folgeordnung schneller, erfolgt die Einwirkung bei Malachit, Grünbleierz von Johann Georgenstadt, wobei das entstehende Schwefelarsenik aufgelöst wird, bei dem Grünbleierz von Zschoppau, bei der künstlichen Bleiglätte, bei Hornsilber, Chlorblei (künstlichem, geschmolzenem), bei dem Arsenikglas (künstlichem, welches ganz aufgelöst wird), bei Bleivitriol, Weißbleierz und Weißspießglanzerz, (welches ebenfalls ganz aufgelöst wird). Das künstlich dargestellte Eisenoxyd, welches sich vor dem Glühen augenblicklich in Schwefeleisen umändert, erleidet nach dem Glühen kaum eine Veränderung. Alle diese Beispiele zeigen den wesentlichen Einfluß der Kohäsion auf den chemischen Prozeß; sie zeigen, daß das eigenthümliche physikalische und chemische Verhalten der Körper nicht bloß die Folge ihrer chemischen Natur sein könne, sondern daß ihre Eigenthümlichkeit von ihrer organisirenden Thätigkeit abhängig ist, die sich in ihren Wirkungen als die Kohäsionskraft zu erkennen giebt.

III.

Auflösung.

Auflösung ist die Vereinigung heterogener Körper zu einer homogenen Flüssigkeit. Die specifische Qualität der Körper, ihre Kohäsion und Gestalt, ihre Wärmecapacität, ihr specifisches Gewicht, oder alles, was sie zu einer besonderen Materie macht, wird durch die Auflösung vernichtet. Die Auflösung ist der chemische Prozeß.

Wenn die Auflösung in den gewöhnlichen Temperaturen erfolgen soll, so muß sich wenigstens einer von den heterogenen Körpern schon im flüssigen Kohäsionszustande befinden. Zur Auflösung durch den Feuerprozeß ist erforderlich, daß die Körper die Eigenschaft besitzen, in der erhöheten Temperatur flüssig zu werden. Bei dem Wasserprozeß werden die flüssigen Körper, bei dem Feuerprozeß wird die Wärme als das Auflösungsmittel angesehen, obgleich diese Bestimmung unwesentlich ist, weil die Bedingung zur Auflösung nicht minder in dem aufzulösenden als in dem auflösenden Körper vorhanden seyn muß.

Eine fernere Bedingung zur Auflösung ist die unmittelbare Berührung, wodurch die Wirkung und Gegenwirkung der heterogenen Körper in ihrer gemeinschaftlichen Gränze eingeleitet wird.

Ob die Körper der Auflösung, also des chemischen Prozesses, bei der Berührung fähig sind, kann nicht vorausgesehen werden. Von diesem besonderen Verhalten der bestimmten Arten der Körper gegen einander im chemischen Prozeß, kann nur die Erfahrung Kenntniß geben. Die Fähigkeit des Auflösens, also auch des Aufgelöstwerdens, ist eine partikulare Eigenschaft der bestimmten Arten der heterogenen Materien. Die auffallendste Veränderung, die der Körper bei der Auflösung erfährt, ist ohne Zweifel der Verlust seines Kohäsionszustandes. Er tritt dadurch aus der Reihe der selbstständigen, eigenthümlich gearteten Körper, und die Auflösbarkeit eines Körpers im Wasser ist genau eben so unbegreiflich als seine Verbindung mit anderen Materien, die man häufig nur allein als wahre chemische Verbindungen in Anspruch nehmen zu müssen vermeint.

Wie man sich die heterogenen Körper in ihrer Vereinigung in der vollendeten flüssigen Mischung zu denken habe, stimmt ganz überein mit den Vorstellungen von der Zusammensetzung der Körper überhaupt. Weil aber die flüssigen Mischungen nicht immer eine bestimmte Art von Körpern bilden, so hat die Atomenlehre die flüssigen Mischungen der bestimmten Art von denen der unbestimmten Art unterschieden. Da bei den letzteren Mischungen einer von den hetero-

genen Bestandtheilen derselben bedeutend vorwalten kann, die Homogenität der Mischung aber gleichwol zugestanden wird, so findet die Atomenlehre den Unterschied zwischen beiden Arten der Mischung darin, daß bei den bestimmten Mischungen die Atome der heterogenen Körper zu den zusammengesetzten Atomen, durch welche die Mischung charakterisirt wird, verbunden sind, und daß sich bei den unbestimmten Mischungen die Atome des im Uebermaaß vorhandenen Körpers symmetrisch um die zusammengesetzten Atome (Molekule) des neu gebildeten Körpers lagern. Sie läßt sich nicht darauf ein, zu bestimmen, ob diese symmetrische Anordnung eine Wirkung ihrer Kohäsionskraft, oder etwa eine modificirte Kraft der Affinität sein soll. Nach der dynamischen Lehre liegt in dem Verhältniß, in welchem die heterogenen Körper eine flüssige Mischung bilden, nichts, was eine Verschiedenartigkeit ihres Verbindungszustandes begründen könnte, indem in einer jeden gleichartigen Mischung die specifische Qualität der heterogenen Körper untergegangen und eine neue Materie gebildet ist, welche, so lange sie sich im flüssigen Zustande befindet, nicht nothwendig eine bestimmte Art sein darf, bei welcher nämlich die Nothwendigkeit eines bestimmten Verhältnisses der Mischung erkannt wird.

Daß man die Verbindung der flüssigen Körper unter einander, oder die der flüssigen mit den gasförmigen, oder die der gasförmigen Körper unter einander, nicht immer mit dem Namen Auflösung bezeichnet, sondern dafür die Benennung Mischung und Absorbtion einführt, ist eine unnöthige

Unterscheidung, wenn man, wie es sein sollte, darüber einig ist, die Verbindung heterogener Körper zu einer homogenen flüssigen Mischung als den wesentlichen Begriff von Auflösung anzusehen.

Daß der flüssige Zustand von wenigstens einem der in die Auflösung eingehenden Körper den Prozeß der Auflösung beschleunigen könne, läßt sich wohl einsehen, weil das Flüssige in das Feste und umgekehrt wieder dieses in jenes eindringen kann, indem die Verschiebbarkeit der materiellen Theilchen des einen Körpers den Austausch der Stellen befördert; wie aber die Mischung selbst bewirkt wird, kann aus dieser Verschiebbarkeit des Flüssigen nicht erklärt werden, denn sie selbst setzt schon die Homogenität der Mischung voraus und ist also nur die Folge des chemischen Verbindungszustandes der heterogenen Körper. Daß zwei starre Körper sich zu einer flüssigen Mischung vereinigen könnten, davon ist kein Beispiel bekannt; es scheint daher auf den flüssigen Zustand eines der Körper wesentlich anzukommen. Was in der Erscheinung liegt, besteht einfach darin, daß feste Körper ihre Kohäsion nicht wechselseitig vernichten können, sondern daß sich mindestens schon einer derselben im flüssigen Kohärenzzustande befinden, oder wenigstens die Eigenschaft besitzen muß, durch die Berührung mit dem heterogenen Körper in einen flüssigen Kohärenzzustand überzugehen *) um diesen Zustand in

*) Die alte chemische Grundregel: corpora non agunt nisi fluida seu soluta, ist nicht so zu verstehen, daß zwischen zwei heterogenen Kör-

dem anderen Körper ebenfalls zu bewirken, mit welchem Uebergange dann die chemische Vereinigung beider Körper verbunden ist. Man wird dabei eben so wenig behaupten können,

---

pern eine chemische Verbindung durchaus nicht möglich ist, wenn nicht wenigstens einer derselben sich schon im flüssigen Zustande befindet, — sondern so, daß die Verbindung zwischen zwei heterogenen festen, und unter andern Verhältnissen der Vereinigung mit einander fähigen Körpern, nur dann zu Stande kommt, wenn einer von ihnen die Eigenschaft besitzt, bei der Berührung mit dem andern in der gegebenen, oder durch Druck (Reiben) erhöheten Temperatur, in den flüssigen Zustand überzugehen und diesen Zustand dann auch in dem anderen Körper zu erwecken. An Beispielen von der chemischen Verbindung von Körpern, von denen sich keiner vor der Vereinigung im flüssigen Zustande befand, fehlt es nicht. Die folgenden Versuche sind auf die Weise angestellt, daß die zu vereinigenden, vollkommen lufttrockenen Körper, in einem Agatmörser trocken zusammengerieben und dabei größtentheils in den Verhältnissen angewendet wurden, welche den chemischen Mischungsgewichten entsprechen. Wo sich durch Farbenveränderungen oder durch andere Anzeigen auf die erfolgte Verbindung oder Zersetzung nicht schließen ließ, blieb nichts übrig, als den Geschmack entscheiden zu lassen. Die Mischung ward dann mit möglichst trockner Zunge gekostet, und obgleich dabei der Einwurf nicht widerlegt werden kann, daß die Zersetzung erst auf der Zunge selbst erfolgt sei, so ist der erste Eindruck, welchen die Geschmacksnerven erleiden, unbezweifelt die Wirkung eines schon gebildeten, und nicht die eines erst entstehenden Körpers. In allen Fällen, wo die entstandene neue Verbindung weder durch Farbe, Geruch, oder Geschmack deutlich unterschieden werden kann, läßt sich freilich auf eine erfolgte Zersetzung mit Zuverlässigkeit nicht schließen, und gerade der Umstand, daß die Zwischenkunft des Wassers, die hier eben vermieden werden soll, in den mehrsten Fällen nur das Criterium einer wirklich erfolgten Einwirkung der Körper abgeben kann, verhindert es, das aus diesen Versuchen zu ziehende Resultat sogleich in seiner allgemeinen Gültigkeit zu übersehen.

Krystallisirte Kleesäure und basisch kohlensaures Kali. Das Gemenge wird beim Zusammenreiben sogleich feucht und die

daß die Veränderung des Kohärenzzustandes des starren Körpers der chemischen Verbindung der heterogenen Körper vorangehe, als daß die Vereinigung der heterogenen Körper

---

Kohlensäure entweicht mit Aufbrausen. Eben so verhalten sich krystallisirte Weinsteinsäure und Citronensäure.

Benzoësäure und kohlensaures Kali. Das Gemenge bleibt trocken und durch fortgesetztes Reiben verschwindet der alkalische Geschmack gänzlich. Bernsteinsäure zeigt dasselbe Verhalten.

Benzoësäure und frisch gebrannte Kalkerde. Es scheint keine Verbindung statt zu finden; wenigstens war, auch bei einem Uebermaaß von Säure, nach halbstündigem Reiben der kaustische Geschmack noch deutlich zu bemerken. Benzoësäure und frisch gelöschter, zwischen Löschpapier schnell und so viel als möglich getrockneter Kalk, verhalten sich dagegen wie Benzoësäure und basisches kohlensaures Kali.

Sublimat und basisches kohlensaures Kali. Bei trockner Luft kann das Zusammenreiben des Gemenges lange fortgesetzt werden, ehe eine Wirkung eintritt. Die geringste Feuchtigkeit ändert die weiße Farbe zuerst in eine gelbe, dann in eine braun- und ziegelrothe um.

Sublimat und frisch gebrannter Kalk. Das Gemenge bleibt weiß, aber in dem Augenblick des Anhauchens des zusammengeriebenen Gemenges stellt sich, wie durch einen electrischen Schlag veranlaßt, plötzlich eine rothbraune Farbe ein. Reibt man die Kalkerde vorher mit Baumöl an, so kann das Zusammenreiben mit Sublimat ohne die geringste Farbenveränderung sehr lange Zeit fortgesetzt werden. Ein Hauch ist aber hinreichend, die röthlich gelbe Farbe sogleich hervortreten zu lassen.

Kalomel und basisch kohlensaures Kali. Bei trockner Luft lassen sich beide Körper lange zusammenreiben, ehe eine Einwirkung statt findet. Diese erfolgt aber augenblicklich und giebt sich durch den plötzlichen Uebergang aus der weißen in die dunkelgraue Farbe zu erkennen, sobald das Gemenge angehaucht wird.

Kalomel und frisch gebrannter Kalk. Die Wirkung tritt in derselben Art ein, wie bei dem Sublimat, nur daß statt der rothen, die graue Farbe beim Anhauchen zum Vorschein kommt.

die Ursache ihres veränderten Kohärenzzustandes sei, sondern man wird nur zugeben müssen, daß beide Erfolge unmittelbar zusammentreffen, wenn die Vereinigung zu Stande kommt.

Salmiak, zusammengerieben mit Wismuth, mit Mangansuperoxyd, mit rothem Quecksilberoxyd, mit Zinkoxyd, mit Wismuthoxyd und mit Spießglanzoxyd entwickelt weder beim trocknen Reiben noch nach dem Anhauchen, eine Spur von Ammoniak.

Salmiak mit Eisenfeile, mit Eisenoxyd, mit Eisenoxydbuloxyd und mit Mennige trocken zusammengerieben, veranlassen keine Ammoniakentwicklung; wohl aber wenn das Gemenge stark angehaucht wird.

Salmiak, zusammengerieben mit Glätte, mit frischgebranntem Kalk, mit basisch kohlensaurem Kali und mit Quecksilberoxydul, veranlassen schon beim trocknen Reiben eine Entwicklung von Ammoniak, die beim Anfeuchten bedeutend verstärkt wird.

Salmiak und salpetersaures Silberoxyd zersetzen sich vollständig durch trocknes Zusammenreiben. So lange das Gemisch dem Licht nicht ausgesetzt ist, bleibt es vollkommen weiß und hat das Ansehen von trocknem Mehl. Sobald es dem Sonnenlicht ausgesetzt wird, schwärzt es sich sogleich und die Masse wird im ersten Augenblick sehr deutlich feucht, wobei sich auch ein schwacher Geruch von Salpetergas bemerken läßt.

Salmiak und Borax entwickeln beim trocknen Zusammenreiben sogleich starke Ammoniakdämpfe. Gebrannter Borax muß erst eine geraume Zeit mit dem wasserfreien Salmiak gerieben werden, ehe der Ammoniakgeruch zum Vorschein kommt.

Kleesaures Ammoniak und Glätte, so wie kleesaures Ammoniak und basisch kohlensaures Kali entwikkeln beim trocknen Zusammenreiben augenblicklich starke Ammoniakdämpfe.

Kochsalz und Glätte wirken beim trocknen Zusammenreiben nicht auf einander; die alkalische Reaction stellt sich erst nach dem feuchten Reiben ein.

Krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd und Cyan-Eisen-Kalium geben beim trocknen Zusammenreiben sogleich

Käme es bloß darauf an, den Kohärenzzustand des starren Körpers zu verändern, so würde die Auflösung ein bloßes Wärmephänomen sein; aber das Wesentliche des Prozesses liegt eben darin, daß das Heterogene homogen wird.

Berlinerblau. Diese Wirkung tritt auch ein, wenn das Cyansalz vorher mit Oel angerieben ist.

Krystallisirtes schwefelsaures Eisenoxydul und basisch kohlensaures Kali. Das Gemenge wird beim trocknen Reiben bald feucht und backend und bekommt eine schwarzbraune Farbe. Derselbe Erfolg findet statt, wenn das Alkali vorher mit Oel angerieben wird. Eine grüne Farbe kommt erst beim Befeuchten zum Vorschein.

Salzsaure Baryterde und schwefelsaures Kupferoxyd geben beim Zusammenreiben sogleich eine schöne zeisiggrüne Mischung, die Salze mögen trocken, oder mit Oel angefeuchtet zusammen gerieben werden.

Nach den verschiedenen Verhältnissen des salzsauren Baryts zum Kupfervitriol, lassen sich alle Farbennuancen von der grünlichblauen bis zur blaßgrünen darstellen.

Salzsaure Baryterde und schwefelsaures Eisenoxydul-Oxyd geben beim trocknen Zusammenreiben augenblicklich ein braungelbes Gemisch.

Krystallisirtes schwefelsaures Kupferoxyd und basisches kohlensaures Kali. Beim trocknen Reiben wird die Masse sogleich feucht, backend und dunkelblau. Wird das Alkali vorher mit Oel gerieben, so stellt sich die dunkelblaue Farbe ebenfalls ein. Erst durch Zutritt von Feuchtigkeit kommt in beiden Fällen eine grüne Farbe zum Vorschein.

Schwefelsaures Kali und salpetersaurer Baryt zersetzen sich beim trocknen Reiben vollständig und stellen ein trocknes Mehl dar, welches ganz den Geschmack des Salpeters besitzt, wenn beide Salze im richtigen Verhältniß angewendet worden sind.

Chromsaures Kali (neutrales, oder einfach saures, citrongelbes) und salpetersaures Bleioxyd geben beim trocknen Reiben sogleich ein pomeranzengelbes Pulver.

Will man den Grund der Erscheinung, also die Ursache der chemischen Verbindung der Körper durch Auflösung, durch die Annahme erklären, daß die gegenseitige Affinität der Atome

---

Chromsaures Kali und Kupfervitriol zersetzen sich zu einem braunen Pulver.

Chromsaures Kali und salpetersaures Silberoxyd. Es entsteht augenblicklich ein rothes Pulver, auch wenn das chromsaure Kali vorher mit Oel zusammengerieben worden ist.

Chromsaures Kali und Eisenvitriol zersetzen sich zu einem hellbraunen Pulver.

Chromsaures Kali und Sublimat zersetzen sich beim trocknen Reiben nicht; erst beim Anhauchen geht die Farbe aus dem Gelben ins Rothe über.

Chromsaures Kali und Kalomel zersetzen sich ebenfalls nicht, selbst nicht beim Anhauchen, sondern erst durch Befeuchten mit Wasser.

Chromsaures Kali und essigsaures Quecksilberoxydul geben beim trocknen Zusammenreiben ein gelblichbraunes Gemisch, welches erst beim Befeuchten einen Stich ins Grüne erhält.

Chromsaures Kali und verwittertes Cyan-Eisen-Kalium zersetzen sich nicht.

Salpetersaures Bleioxyd und Kupfervitriol werden beim trocknen Zusammenreiben augenblicklich feucht und das Gemisch erhält eine lichte bläuliche Farbe.

Sapetersaures Bleioxyd und Eisenvitriol werden ebenfalls sogleich feucht und das Gemisch nimmt eine schmutzigweiße Farbe an.

Essigsaures Kali und Eisenvitriol fließen beim Zusammenreiben fast augenblicklich zu einer schmierigen, röthlichbraunen Masse zusammen.

Salpetersaures Bleioxyd und Eisen-Kalium-Cyan. Bei lange fortgesetztem trocknen Reiben bleibt noch immer der Geschmack von salpetersaurem Bleioxyd, wenn auch das Cyansalz im Uebermaaß angewendet wird. Dieser Geschmack geht durch Befeuchten des Gemenges sogleich verloren.

Salpetersaures Bleioxyd und schwefelsaures Kali entwickeln bei trocknem Reiben merkbare Wärme und bei einem rich-

des festen und des flüssigen Körpers größer sei, als die Kohäsion (im atomistischen Sinne) der (einfachen oder zusammengesetzten) Atome des festen, so wie der des flüssigen Körpers unter sich, so zerhaut man den Knoten durch ganz will-

---

tigen Verhältniß beider Körper läßt sich mit der Zunge nur der Geschmack von Salpeter an dem trocknen Mehl bemerken, indem sich der süßliche Geschmack des Bleisalzes ganz verloren hat.

Schwefel und Antimon, so wie Schwefel und Zink lassen sich weder durch trocknes, noch durch feuchtes Zusammenreiben mit einander vereinigen. Wenn Schwefel und Wismuth stark und anhaltend zusammengerieben werden, so entwickelt sich Schwefelwasserstoffgas, wenn das Gemenge in Königswasser gebracht wird. Durch feuchtes Zusammenreiben wird die Verbindung nicht befördert.

Schwefel und Eisen lassen sich durch trocknes Reiben nicht vereinigen. Wird das Gemenge aber angefeuchtet, so entwickelt es, bei fortgesetztem Reiben, Schwefelwasserstoffgas, wenn es mit Schwefelsäure oder mit Salzsäure behandelt wird.

Schwefel und Eisenoxydul, Eisenoxyd, Quecksilberoxydul, Quecksilberoxyd, Zinkoxyd, Wismuthoxyd und Bleioxyd zeigen weder beim trocknen noch beim feuchten Reiben eine Wirkung auf einander.

Schwefel und Quecksilber vereinigen sich zwar schon beim trocknen Reiben sehr leicht, indeß wird die Verbindung durch Feuchtigkeit ungemein beschleunigt. Concentrirte Salzsäure entwickelt sogleich Schwefelwasserstoffgas aus der geriebenen Mischung.

Zinnober und Eisen, Eisenoxyd und gebrannter Kalk wirken weder beim trocknen, noch beim feuchten Reiben auf einander.

Diese Beispiele lassen es nicht bezweifeln, daß viele Verbindungen, welche in der gewöhnlichen Temperatur zwischen flüssigen (aufgelösten) Körpern vor sich gehen, schon vollständig erfolgen, ohne daß dazu ein flüssiger Zustand der Mischung erforderlich wäre, dieses jedoch nur in dem Fall, wenn die durch die Berührung der verbindungsfähigen Körper entstehende Temperaturerhöhung durch Reiben in dem Grade befördert wird, daß ein flüssiger Kohäsionszustand eintreten kann.

kürliche Voraussetzungen und macht jeder weiteren Nachforschung über den Grund der Erscheinung ein Ende.

Seitdem man weiß, daß sich durch die Berührung der heterogenen Körper die physische Differenz des einen in die des anderen fortsetzt, und durch eine entgegengesetzte electrische Spannung zu erkennen giebt, hat man dieses Verhalten der Körper auch auf den chemischen Prozeß angewendet. Es giebt keine Erscheinung, durch welche erweislich gemacht werden könnte, daß die Ausgleichung der electrischen Spannung zwischen einem starren und einem flüssigen, oder zwischen zwei flüssigen Körpern, eine Auflösung, oder überhaupt eine chemische Verbindung zur Folge hätte *), obgleich sie damit wesentlich verbunden sein muß, weil Berührung der heterogenen Körper die Bedingung zu ihrer Verbindung ist, die electrischen Aeußerungen der einander berührenden Körper ihrer Vereinigung also nothwendig vorangehen. Wenn man die den Atomen beigelegte Vereinigungs-Verwandtschaft oder Affinität aus einer electrischen Kraft bestehen läßt, so widerspricht diese Annahme der Erfahrung, indem das Körperliche der Materie in den electrischen Prozeß so wenig mit eingeht, daß die Körper vielmehr in ihren Electricitätsäußerungen bei der Berührung nur so lange beharren, als ihre Vereinigung noch nicht erfolgt ist. Die Electricitäts-Aeußerungen der Körper durch Druck, Reibung, Berührung und ungleiche Erwärmung

---

*) Die Verbindung von Gasarten durch Durchschlagen electrischer Funken ist ein anderes Phänomen.

gestatten es nicht, den chemischen Prozeß als eine Folge der electrischen Spannung und Ausgleichung anzusehen.

Der Dynamiker befindet sich aber in einer noch größern Verlegenheit, wenn er den Grund der Auflösung und der damit verbundenen Entstehung einer gleichartigen Mischung, bei der Berührung der heterogenen Körper angeben soll. Es stehen ihm keine der Materie beizulegende Kräfte zu Gebot, sondern die Kräfte sind die Materie selbst, welche sich durch sie zu erkennen giebt. Die Kräfte können aber immer nur durch Bewegung zur Erscheinung kommen, und wie es eine eigene, bewegende, bildende Kraft, die organisirende Thätigkeit der Materie (bei der unorganischen Materie die Kohäsionskraft) ist, durch welche aus einer homogenen Mischung die specifische, bestimmte Art des Körpers hervorgeht; so büßt der Körper auch seine Selbstständigkeit wieder ein, wenn seine Kohäsion, auf die des heterogenen Körpers vernichtend einwirkend, selbst vernichtet wird. Wie giebt sich aber die Kraft der heterogenen Materien kund, durch welche die Kohäsion überwunden wird? Es giebt keine Kohäsionsveränderung ohne Wärme-Erscheinungen, aber diese sowohl als die electrischen Phänomene sind auch die Begleiter der Thätigkeit der Materie, wenn sie sich als eine specifische Art aus einer homogenen Mischung absondert. Es ist daher nicht erlaubt, von den bewegenden Kräften der Materie, die sich als Electricität und Wärme offenbaren, die Ursache des Homogenwerdens des Heterogenen abzuleiten. Da aber durch den Feuerprozeß bewiesen wird, daß die Kohäsion durch die Wärme überwältigt und der

Körper in den formlosen Zustand zurückgeführt wird, und da es bekannt ist, daß sich vorzugsweise bei den Kohäsionsveränderungen der flüssigen Körper die Kraft der Materie durch Wärmeentwicklung äußert, so ist es einleuchtend, daß auch bei den Kohäsionsveränderungen der heterogenen Körper durch die Auflösung, der Zustand der Materie, welcher sich in der Berührung als Wärme offenbart, ganz eigentlich wirksam zur Ueberwältigung der Kohäsion des starren Körpers sein wird. Aber diese materielle Thätigkeit, welche sich bei der Berührung der heterogenen Körper in der Bewegung als Wärme kund giebt, ist nur auf den Fall beschränkt, wenn aus den heterogenen Materien eine homogene Mischung, deren Wesen die Continuität ist, hervorgehen kann. Die Veränderung des Kohäsionszustandes und die Vereinigung des Heterogenen sind also die gleichzeitigen und unzertrennlichen Wirkungen der materiellen Kräfte, und da die Fähigkeit einer bestimmten Art der Materie, sich im formlosen Zustande mit einer anderen bestimmten Art zu vereinigen, keine der Materie überhaupt zukommende, also keine nothwendige, sondern nur eine partikulare Eigenschaft der besonderen Materie ist, worüber sich durch Erfahrung allein bestimmen läßt, so ist es ganz recht, wenn man diese Fähigkeit mit einem besonderen Namen bezeichnet (Affinität oder Verwandtschaft) obgleich darunter nicht eine Kraft der Materie verstanden, noch weniger aber der Materie eine solche Kraft, als ein äußerlich mit ihr Verbundenes, eingepflanzt werden darf.

Die electrische Thätigkeit, welche die heterogenen Körper

bei der Berührung entwickeln, kann nicht die Ursache sein, warum das Heterogene homogen wird. Daraus, daß eine electrische Spannung zwischen dem festen und flüssigen Körper der chemischen Verbindung immer vorangeht und daß diese Spannung in dem Augenblick aufhört, wo die Auflösung vollbracht ist, kann nicht gefolgert werden, daß ein Zusammenfallen von + und — zu o E die Ursache der Auflösung sei. Das Aufhören dieser Spannung ist vielmehr nur die Folge der Auflösung, weil zwischen den beiden Körpern nun die Gränze weggefallen ist, welche ihnen in der Berührungsfläche vor ihrer Vereinigung dargeboten und von deren Aufrechterhaltung die Electricitätsäußerung ganz allein abhängig war. Bei vielen Körpern macht sich die Berührungselectricität in einem hohen Grade bemerkbar, ohne daß eine chemische Vereinigung statt findet, wie es sein müßte, wenn Electricität die Ursache der chemischen Verbindung wäre. Anders verhält es sich mit derjenigen Thätigkeit des Körpers, die bei allen Kohäsionsveränderungen desselben als Wärme zur Erscheinung kommt, nicht bloß bei dem chemischen Prozeß, sondern auch bei mechanischem Druck, Stoß, bei der Reibung jeder Art, die den Kohärenzzustand gefährdet. Die durch Wärme sich äußernde bewegende Kraft wird, bei zunehmender Größe, die Ursache der eigenen Vernichtung des Körpers, sei es dadurch, daß er in den unbestimmten, formlosen Zustand übergeht, (daß er flüssig oder gasförmig wird) oder daß er, in Vereinigung mit einem heterogenen flüssigen, mit diesem zugleich die Bestimmtheit seiner Art verliert und mit diesem

eine neue eigenthümliche, oder auch eine unbestimmte Art bildet.

Die Erscheinungen, welche die Körper bei dem Auflösungsprozeß darbieten, sind von dem Grade der gegenseitigen Thätigkeit abhängig, die wieder eine Folge von der besonderen substantiellen Natur der auf einander wirkenden Körper ist. Der Körper wird einen um so größeren Widerstand gegen die Aufhebung seiner Individualität äußern, je größer seine specifische Verschiedenheit ist von derjenigen des Körpers, mit welchem die Vereinigung erfolgen soll. Das Metall wird daher unter anderen Erscheinungen von der Säure aufgelöst als sein Oxyd. Die Auflösung eines Metalles in Säuren ist mit einer, oft sehr heftigen Entwicklung von Gasarten verbunden und je heftiger diese Entwicklung, desto höher steigt die Temperatur, statt zu sinken, wie es bei einer Gasbildung zu erwarten gewesen wäre. Das Oxyd löst sich mit größerer Ruhe ohne Gasentbindung (specielle Fälle ausgenommen) auf und die Temperatur wird dabei ungleich weniger gesteigert. Das Thatsächliche bei der Auflösung des Metalles in Säure, z. B. des Zinkes in verdünnter Schwefelsäure, besteht darin, daß das Metall unter electrischen und Wärme-Erscheinungen und unter Entbindung von Wasserstoffgas von der Flüssigkeit aufgenommen wird. Wenn man, um diesen Erfolg zu erklären, von der Annahme ausgeht, daß sich das Metall, um von der Flüssigkeit aufgenommen werden zu können, vorher mit Sauerstoff verbinden müsse, so kann man sich dabei auf die Erfahrung nicht berufen, denn jene Annahme ist lediglich

ein Urtheil des Verstandes. In der Erscheinung ist nur der Erfolg zu erkennen, daß bei der wechselseitigen Wirkung des Metalles und der verdünnten Säure auf einander, Wasserstoffgas ausgesondert und eine dem chemischen Aequivalent desselben entsprechende Menge Metall in die Mischung gebracht wird. Daß die vorausgesetzte Oxydation des Metalles nur eine Hypothese sei, zeigt sich bei der Auflösung des Tellur, des Selen und des Schwefel in Schwefelsäure, wobei sich kein Wasserstoffgas entwickelt. Die Flüssigkeit stellt nach vollbrachter Auflösung eine homogene Mischung dar, von deren specifischer Natur es abhängt, ob sich das Metall mit oder ohne Bildung von Wasserstoffgas mit der Säure vereinigt. Man kann sich vorstellen, daß der Wasserstoff im ersten Fall durch ein Aequivalent Metall ersetzt werde. Daß das Oxyd des Metalles ohne Entwickelung von Wasserstoffgas von derselben Säure aufgelöst wird, kann über den Zustand des Metalles in der Mischung keinen Aufschluß geben; es folgt daraus nur, daß das Metall und sein Oxyd sehr verschiedenartige Reactionen mit der Säure hervorbringen, denn selbst nach atomistischer Erklärungsweise ließe sich ja annehmen, daß bei der Auflösung der Sauerstoff des Oxyds mit dem Wasserstoff der verdünnten Säure Wasser bilden und das Metall regulinisch in der Flüssigkeit enthalten sei, je nachdem man bei den Atomen diese oder jene Stellung gegen einander voraussetzen und diese oder jene Verwandtschaftskraft in ihnen erweckt und thätig sein lassen will.

Die gegenseitige Vernichtung der Kohäsionszustände der

Körper bei der, durch die Bildung einer homogenen Mischung charakterisirten Auflösung, ist also das Wesen des chemischen Prozesses und die Mischung ist sein wahres und einziges Resultat. Unwesentlich und zufällig bleibt dabei der Umstand, ob die Körper, aus deren Verbindung die Flüssigkeit entstanden ist, in bestimmten oder in unbestimmten Verhältnissen der Mischung mit einander vereinigt sind.

Man hat viel von einem Status nascens der Körper gesprochen, um sich darüber Aufschluß zu verschaffen, warum ein Körper, der seiner chemischen Natur nach von einem anderen nicht verschieden ist, z. B. ein geglühetes und nicht geglühetes Oxyd oder Erde, sich doch in seiner Verbindungsfähigkeit mit heterogenen Körpern, in diesen verschiedenen Zuständen ganz verschieden verhalten könne. Man hat angenommen, daß der Status nascens, oder der Zustand, worin ein solcher Körper durch chemische Reactionen aus einer flüssigen Mischung ausgesondert wird, ihn ganz besonders geeignet mache sich mit heterogenen Körpern zu vereinigen. Als man indeß den Status nascens für eine Qualitas occulta anzusehen genöthigt war, erklärte man sich das verschiedene chemische Verhalten desselben Körpers auf die Weise, daß er im Statu nascente Wasser enthalte, welches leicht durch den anderen heterogenen Körper, der sich mit ihm zu verbinden strebt, ersetzt werden könne. Die Wahrheit aber ist, daß der geglühete und der nicht geglühete Körper zwei, in ihrem physikalischen Verhalten ganz verschiedene Körper sind, die nur das mit einander gemein haben, daß sie zwei gleiche chemische

Stoffe sind, woraus aber nicht nothwendig folgt, daß ihnen dieselben chemischen Reactionen zustehen müssen.

Die Frage: ob ein starker mechanischer Druck die chemische Verbindung der Körper bedeutend modificire, ob die Auflösung unter einem starken mechanischen Druck befördert oder verzögert werde, wird schwerlich mit einiger Zuverlässigkeit beantwortet werden können, weil auch der stärkste Druck, der sich künstlich bewerkstelligen läßt, nur eine unbedeutende Verdichtung der Flüssigkeiten zur Folge hat. Die Verbindung gasförmiger Körper mit Wasser wird durch mechanischen Druck in der That befördert, indeß läßt sich daraus nicht auf ein ähnliches Verhalten der starren Körper schließen. — Anders stellt sich die Antwort auf jene Frage, wenn angegeben werden soll, wie sich der Prozeß der Auflösung unter starkem mechanischem Druck in dem Fall modificirt, wenn dabei gleichzeitig ein aus dem Prozeß hervorgehender elastischer flüssiger Körper ausgesondert wird. Die Erfahrung lehrt zwar, daß die Auflösung dadurch sehr bedeutend verzögert wird, ob sie aber völlig verhindert, ob der chemische Prozeß durch mechanischen Druck ganz gehemmt werden könne, ist noch keinesweges entschieden. Auflösungen von kohlensauren Verbindungen, oder auch von Metallen, in Säuren, wobei kohlensaures Gas oder Wasserstoffgas entwickelt werden, finden mit stets abnehmender Stärke statt und es entwickeln sich zuletzt nur sparsam noch Gasblasen, aber die Glasgefäße werden zuletzt in dem Grade zertrümmert, daß

sie zu einer sandartigen Masse zerrieben erscheinen. Es wäre wohl möglich, daß ein noch größerer Druck als der, welchen die Gefäße auszuhalten vermögen, keine andere Folge habe, als den elastisch-flüssigen Zustand des Gases in den tropfbar flüssigen umzuändern.

IV.

Sättigung. Neutralität.

Man pflegt einige Verbindungsverhältnisse einer flüssigen Mischung durch besondere Benennungen zu unterscheiden, um das Verhältniß anzudeuten, in welchem die Bestandtheile der Mischung zu einander stehen. Die Namen Sättigung und Neutralität bezeichnen solche Mischungsverhältnisse. Der Begriff von Sättigung scheint zwar ein sehr bestimmter zu sein, indem er auf den Zustand der Mischung angewendet wird, in welchem der flüssige Körper (das Auflösungsmittel) nicht weiter auf den aufzulösenden starren Körper einwirkt; man bedient sich aber des Ausdrucks mit Unrecht auch wohl, um dadurch den neutralen Zustand der Mischung zu bezeichnen. Wird z. B. eine wässrige Auflösung von Kali in Salpetersäure getröpfelt, so ist es eine Verwechselnng der Begriffe von Sättigung und Neutralität, wenn man den eintretenden Zustand der Neutralität den Zustand der Sättigung der Mischung nennt. Wird Zinkoxyd in Schwefelsäure aufgelöst, so sagt man, die Säure sei mit Zinkoxyd gesättigt, sobald die Flüssigkeit kein Oxyd mehr aufnimmt. Weil aber dieser Zu-

stand der Mischung, wegen der Unauflöslichkeit des Zinkoxyds in Wasser, von dem neutralen Zustand derselben nicht verschieden ist, indem eine Veränderung in der Temperatur eine Veränderung in dem Mischungsverhältniß zwischen der Säure und dem Oxyd (sofern sich nicht etwa neue Arten bilden) nicht hervorzubringen vermag, so sagt man mit Unrecht, daß sich die Mischung in einem gesättigten Zustande befinde. Man sollte den Ausdruck Sättigung immer nur auf denjenigen Zustand der nach unbestimmten Verhältnissen erfolgenden Mischungen beziehen, bei welchen der flüssige Körper mit dem Maximo des starren Körpers für eine gegebene und bestimmte Temperatur verbunden ist. In der Wissenschaft ist auch dieser Begriff von Sättigung angenommen und der Begriff von Neutralität für die nach bestimmten Verhältnissen ihrer Bestandtheile erfolgenden Mischungen vorbehalten.

Der Begriff von Neutralität ward ursprünglich nur auf das Quantitäts-Verhältniß bezogen, welches zwischen Basen und Säuren statt findet, um eine ganz bestimmte Art (ein Salz) zu bilden, welche die Eigenschaft besitzt, die den Basen und Säuren im unverbundenen Zustande zukommende Reaction auf gewisse Pflanzenpigmente nicht mehr zu äußern. Ob dies Verbindungsverhältniß erreicht ist, kann an jenem Kriterium nicht einmal bei allen Verbindungen der Alkalien und Erden mit Säuren, und bei der Verbindung der Metalloxyde mit Säuren gar nicht mehr erkannt werden.*) Es ist

*) Hr. Zeise hat gezeigt, daß, wenn zu einer Auflösung von flußsaurem Kali, Natron oder Ammoniak, die einen solchen Ueberfluß an

daher ein ganz partikulares Verhalten einiger Verbindungen von Basen mit Säuren, welches indeß für den praktischen Chemiker von großem Werth ist. Für die Geschichte der Lehre von den bestimmten Verbindungsverhältnissen der Körper bleibt es von großem Interesse, daß durch die Beobachtung des Verhaltens der in dem angegebenen Sinne neutralen Salze, in Folge dessen bei ihrer gemeinschaftlichen Auflösung in Wasser, sobald ein wechselseitiger Umtausch der Bestandtheile erfolgt, immer wieder neutrale Verbindungen entstehen, der erste Grund zu jener wichtigen Lehre gelegt worden ist.

Als man später die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen mit der Atomenlehre in Verbindung brachte und das Mischungsverhältniß dem Atomengewicht gleich stellte, gewährte die Kenntniß von den Neutralitätszuständen der Verbindungen ein Anhalten zur richtigen Bestimmung der Atomenzahlen, oder der Verbindungsstufen, und wo unmittelbare Beobachtungen nicht mehr angestellt werden konnten, bedurfte es nur der Vergleichung mit andern bekannten Verbindungsverhältnissen, wozu die Sättigungscapacitäten der Säuren und der Basen die Hand boten. Läßt sich bei einer großen Anzahl von Verbindungen auf solche Weise auch die Verbindungsstufe eines Körpers mit einem andern mit Zuverlässigkeit ermitteln, so bleibt doch die Annahme von einfachen

Säure hat, daß sie sauer reagirt, Boraxsäure gesetzt wird, die Flüssigkeit erst neutral, dann durch mehr Boraxsäure sogar alkalisch und durch noch mehr Boraxsäure endlich wieder sauer reagirt.

und doppelten Atomen eine bloße Hypothese, wie die Annahme von Atomen überhaupt. Es giebt aber auch eine große Zahl von Verbindungen unorganischer Körper, bei welcher die Beurtheilung der Verbindungsstufen, auf welcher sie sich in einer bestimmten Art befinden, durch Vergleichung und Analogie nicht ermittelt werden kann und für diese Verbindungen ist selbst für die Atomenlehre die Voraussetzung von einfachen oder von doppelten Atomen, welche in die Verbindung eingehen, ganz zweifelhaft. Die Natur der organischen Verbindungen bietet nichts mehr dar, was an einen neutralen oder nicht neutralen Zustand der Mischung erinnern könnte.

V.

Quantitätsverhältnisse der flüssigen Mischungen.

Jede homogene flüssige Mischung, entstanden aus der Vereinigung heterogener Körper, ist eine chemische Verbindung, die Mischung mag in der gewöhnlichen Temperatur, durch Auflösung, oder in der erhöheten Temperatur, durch Schmelzung, bewerkstelligt worden sein. Durch den flüssigen Zustand wird die bestimmte Art der sich vereinigenden Körper vernichtet und eben diese Vernichtung ist der chemische Prozeß. Der flüssige Zustand der Mischung gestattet häufig, fast gewöhnlich, die Vereinigung der Körper nach ganz unbestimmten Verhältnissen und daher liegt in dem Begriff von chemischer Verbindung durchaus nichts, wodurch ein bestimmtes Verhältniß der heterogenen Körper in der flüssigen Mischung bedingt würde *). Die besonderen Vorstellungen, welche sich

*) Keine homogene Verbindung heterogener Körper, — selbst im starren Kohärenzzustande, — setzt eine chemische Verbindung nach bestimmten Verhältnissen, wohl aber eine chemische Vereinigung überhaupt, nothwendig voraus.

die Atomenlehre über die chemische Vereinigung der Körper gebildet hat, sind jedoch Veranlassung geworden, die bestimmten Verbindungsverhältnisse der Körper auch auf die flüssigen Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen in Anwendung zu bringen und einen gewissen Verbindungszustand der heterogenen Körper in diesen Mischungen anzunehmen. Bei dem Unterschiede, der zwischen Lösung (solution) und Auflösung (combinaison, dissolution) gemacht worden ist, geht man von der Annahme aus, daß bei der Auflösung ein wirklicher chemischer Prozeß statt finde, wobei Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen gebildet, durch die Lösung aber nur die bereits gebildeten chemischen Verbindungen im flüssigen Zustande erhalten, oder auch darin versetzt werden. Die Auflösung eines Salzes in Wasser ist, nach dieser Annahme, nur eine von Temperaturverhältnissen abhängige Veränderung des Aggregatzustandes und die Wirkung des Wassers beschränkt sich auf die Trennung der Salzatome, die zwar ihre Anordnung unter einander so behalten, wie sie zu der Bildung des bestimmten Salzes erforderlich ist, aber doch durch Wasseratome umlagert werden. Dieser Vorstellungsweise liegt zugleich die Annahme zum Grunde, daß die chemische Natur des Salzes durch die Auflösung im Wasser unverändert bleibe, welches sich durch Erfahrung weder erweisen noch widerlegen läßt, indem die chemischen Reactionen eines Körpers ohne Auflösung nicht erkannt werden können. Die physikalischen Eigenschaften eines Körpers gehen durch die sogenannte Lösung eben sowohl als durch die Auflösung verloren und dort wie hier ist es der chemische Pro-

zeß, durch den die eigenthümliche Art des Körpers vernichtet wird, so daß zu einer Unterscheidung keine Veranlassung bleibt. Schon der Umstand, daß einige Arten durch Wasser nur theilweise in den flüssigen Zustand versetzt werden, indem sich zwei neue Arten bilden, von denen die eine flüssig bleibt und die andere sich als ein Niederschlag oder auf andere Weise absondert, spricht ganz für die chemische Einwirkung des Wassers bei der Auflösung.

Aber nicht bloß bei der Verbindung der Körper mit Wasser, sondern auch bei der mit anderen heterogenen Körpern, hat man mit den Verbindungsverhältnissen die Verbindungszustände der flüssigen Mischungen in Zusammenhang zu bringen gesucht, ebenfalls in der Voraussetzung, daß die Atome der heterogenen Körper sich schon in den flüssigen Mischungen zusammen gruppiren und daß diese bereits eigenthümliche Arten im Zustande der Flüssigkeit enthalten. Diese Annahme, welche den Vorstellungen von einer dynamischen Naturansicht ganz entgegen ist, wird durch keine Erfahrung unterstützt und durch die Erscheinungen beim Heterogenwerden flüssiger Mischungen nicht bestätigt. Die unbestimmten, von der Temperatur und theilweise auch wohl von dem Concentrationszustande abhängigen Verbindungsverhältnisse der flüssigen Mischungen zeigen nur, daß die Verbindungen der heterogenen Körper im Zustande der Flüssigkeit nicht immer nothwendig eine bestimmte Art sein dürfen, sondern daß sich bestimmte Arten erst aus den flüssigen Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen, unter den dazu günstigen und zu-

gleich die Natur der Art bestimmenden Verhältnissen, absondern. Die Mischungsverhältnisse der bestimmten Arten sind allerdings, ihrem Wesen nach, von jeder Temperatur unabhängig, und wenn sie bei einer veränderten Temperatur nicht bestehen können, so hören sie auf dieselbe Art zu sein, indem sie in zwei oder mehr neue Arten zerfallen. Die flüssigen Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen stehen nur in so ferne unter dem Einfluß der Temperatur, als für jede Temperatur ein bestimmtes Maximum des starren Körpers vorhanden ist, über welches hinaus, bei gleich bleibender Quantität des flüssigen Körpers, kein Flüssigwerden des starren mehr möglich ist.

Eben so, und wohl in einem noch höheren Grade als bei der Vereinigung der heterogenen Körper durch den chemischen Prozeß der Auflösung, geben die Verbindungen, welche in der höheren Temperatur durch Schmelzung erfolgen, in so ferne die Gleichartigkeit der Mischung erwiesen werden kann, unabweisbare Beispiele von Vereinigungen nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung. Das Homogenbleiben oder das Heterogenwerden dieser Verbindungen beim Erstarren ist ein neuer, von dem Prozeß der Verbindung ganz verschiedener Erfolg, der über den Zustand der vorher flüssig gewesenen Mischung nicht entscheiden kann. Die Atomenlehre betrachtet aber auch die flüssige Mischung als ein Aggregat von Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen der Mischung, ganz in derselben Art wie bei den Auflösungen, die durch den Wasserprozeß erhalten werden.

Für die quantitativen Verhältnisse der heterogenen Körper in den flüssigen Mischungen giebt es kein anderes Gesetz, als daß für eine bestimmte Temperatur ein Maximum der Verbindungsfähigkeit des starren Körpers mit dem flüssigen gegeben ist. Daß unter diesem Maximo jedes andere Verhältniß statt finden kann, hat darin seinen Grund, daß die flüssige Mischung keine bestimmte Art bildet, also ein bestimmtes Mischungsverhältniß durchaus nicht die Bedingung ihrer Bildung ist.

Die Auflösungen der Salze im Wasser haben die Aufmerksamkeit der Chemiker wenig beschäftigt. Man hielt es nicht der Mühe werth, die Natur dieser flüssigen Mischungen näher kennen zu lernen, indem man sie für Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung betrachtete, aus deren näheren Kenntniß für die Wissenschaft kein Fortschritt zu erwarten war. Die Abhängigkeit des Sättigungsverhältnisses von der Temperatur schien besonders geeignet, die flüssigen Mischungen nur als Gemenge von Salz- und von Wasser-Atomen ansehen zu dürfen, bei welcher Ansicht nothwendig jeder Reiz, zu einer näheren Kenntniß dieser Verbindungen zu gelangen, wegfallen mußte. Allenfalls nahm man an, daß die auflösende Kraft des Wassers gegen ein Salz in manchen Fällen zunehme, wenn dasselbe schon ein anderes Salz aufgelöst enthalte und suchte den Grund dieses Erfolges darin, daß eine theilweise Zersetzung des einen Salzes durch das andere bewirkt werde, so daß man es nicht mehr mit 2, sondern mit 3 oder 4 Salzen zu thun habe. Deshalb sollten auch z. B. Kochsalz und Digestivsalz, oder Kalisalpeter und Natronsalpeter eine vergrößerte Auflösungsfähigkeit nicht erhalten, weil hier der Fall einer wechselseitigen Zersetzung der Salze nicht eintreten könne. Diese unrichtigen Voraussetzungen finden ihren Grund vorzüglich darin, daß man in den flüssigen Mischungen die schon fertig gebildeten Salze als vorhanden betrachtet und sich von der Gleichartigkeit oder Continuität des Flüssigen lossagt. Das Wasser muß, — so ist die allgemeine, wenn auch nicht ausdrücklich ausgesprochene

Vorstellung, — von einem Gemenge von zwei oder mehr Salzen, nach Maaßgabe ihrer größern oder geringeren, schnelleren oder langsameren Auflöslichkeit, ihres Zerkleinerungszustandes, der zufälligen größeren oder geringeren Berührungsflächen, bald von diesem bald von jenem Salz mehr oder weniger auflösen, wenn dabei auch zu berücksichtigen bleibt, daß die Auflösbarkeit der Salze überhaupt größer werden kann, wenn noch ein zweites, drittes, u. s. f. Salz vorhanden ist. Von diesen zufälligen Umständen soll es also abhängen, wie sich das Verhältniß der von dem Wasser aufgenommenen Salze zu einander in der gesättigten Auflösung gestaltet, und jene Umstände sollen einmal die Auflösung dieses und dann wieder die Auflösung jenes Salzes vorzugsweise begünstigen. Die Befolgung eines unabänderlichen und von allen jenen Umständen unabhängigen Gesetzes würde nur dann vorauszusetzen sein, wenn die Salzauflösungen wirklich chemische Verbindungen wären, und weil man sie dafür nicht ansah, so fand sich auch keine Veranlassung eine Gesetzmäßigkeit aufzusuchen, deren Vorhandensein als unwahrscheinlich betrachtet werden mußte.

Bei der Auflösung von zwei oder mehr Salzen im Wasser herrscht aber eine vollkommne Gesetzmäßigkeit und das gegenseitige, für jede gegebene Temperatur unveränderliche Verhältniß der Salze zu einander in der flüssigen Mischung, wird auf verschiedene Weise hervorgebracht und festgehalten *). Die zu den Untersuchungen anzuwendenden Salze müssen so gewählt werden, daß nicht unauflösliche, oder schwer auflösliche Verbindungen entstehen, welche sich der gemeinschaftlichen Auflösung dadurch entziehen, daß sich neue Arten bilden. Sodann ist es nothwendig, dieselbe Temperatur zu Anfange und zu Ende eines jeden Versuches anzuwenden.

---

*) Der von anderen Chemikern, die sich mit der Untersuchung der Auflösung der Salze im Wasser beschäftigt haben, aufgestellten Ansicht: daß Salze mit derselben Basis in ungleichen relativen Verhältnissen aufgelöst werden sollen, daß sich aber Salze mit verschiedenen Basen und derselben Säure in dem Verhältniß auflösen, daß das Salz der stärkern Basis vom Wasser in derselben Quantität aufgenommen werde, in welcher es allein aufgenommen worden wäre, wogegen das Salz der schwächeren Basis nach veränderlichen Verhältnissen aufgelöst werde, muß ich entschieden widersprechen.

Wenn zwei Salze, deren Auflösungen im Wasser keinen Niederschlag bewirken, gemeinschaftlich der Einwirkung des Wassers ausgesetzt werden, so finden sich beide Salze in der gesättigten wässrigen Auflösung bei einer bestimmten Temperatur stets in demselben Verhältniß. Es ist dabei einerlei, ob das eine Salz mit dem andern innig gemengt ist, ob dieses die unterste und jenes die oberste Schicht in dem Auflösungsgefäß bildet, ob das eine Salz leichtauflöslich und das andere schwerauflöslich ist, und ob das eine im möglichst fein gepulverten Zustande und das andere in groben Stücken angewendet wird. Nur die Bedingung ist zu erfüllen, daß das Wasser vollständig gesättigt und daß nach vollendeter Auflösung ein unaufgelöster Rückstand von beiden Salzen vorhanden sei. Immer zeigt das Wasser eine größere Auflösungsfähigkeit für zwei Salze als für ein einzelnes Salz. Aber in einigen Fällen ist jedes von den beiden Salzen in geringerer Quantität in der Auflösung vorhanden, als wenn dasselbe einzeln in der zur gemeinschaftlichen Auflösung beider Salze erforderlich gewesenen Wassermenge, in derselben Temperatur aufgelöset worden wäre. In anderen Fällen löset das Wasser von dem einen Salz dieselbe Menge, von dem anderen aber weniger auf, als es in einer gesättigten Auflösung eines jeden einzelnen Satzes bei derselben Temperatur enthalten haben würde. In noch anderen Fällen befindet sich jedes der beiden Salze in einer größern Quantität in der Auflösung, als das zur Auflösung angewendete Wasser von jedem einzelnen Salz in der gegebenen Temperatur aufgenommen haben würde. Je nachdem die Salze zu der einen oder zu der anderen von diesen drei Klassen gehören, wendet die Natur auch eigenthümliche Mittel an, um die für jede Temperatur gleich bleibende Zusammensetzung der wässrigen Auflösungen zu bewerkstelligen. Im ersten Fall findet eine theilweise wechselseitige, im zweiten Fall eine theilweise einseitige, und im dritten Fall keine Absonderung, aber dagegen eine erhöhete Auflösbarkeit des einen Salzes durch das andere statt, um das für jede Temperatur stets gleich bleibende Verhältniß der beiden Salze zu einander in der gesättigten wässrigen Auflösung aufrecht zu erhalten.

In den Erscheinungen, welche sich bei der Auflösung der Salze in den gesättigten wässrigen Auflösungen anderer Salze darbieten, ist die Erklärung des merkwürdigen Erfolges zu finden, daß das Wasser, bei einer bestimmten Temperatur,

die verschiedenen Salze, welche demselben zur Auflösung dargeboten werden, stets in bestimmten und unabänderlichen Verhältnissen aufnimmt. Jene Erscheinungen lassen sich auf folgende 5 Fälle zurückführen.

1. Das Salz A sondert einen Theil des Salzes B aus der gesättigten wässrigen Auflösung des letzteren, dagegen aber auch das Salz B einen Theil des Salzes A aus dessen gesättigter Auflösung ab, um das für eine bestimmte Temperatur stets gleich bleibende Verhältniß der Salze A und B in der gemeinschaftlichen wässrigen Auflösung herzustellen. Dies ist die Auflösung mit wechselseitiger Absonderung. Es mag das Salz A in die gesättigte Auflösung des Salzes B, oder das Salz B in die gesättigte Auflösung des Salzes A gebracht, oder es mögen die Salze A und B gemeinschaftlich in reinem Wasser aufgelöset werden, so wird die Auflösung, bei gleich bleibender Temperatur, stets dieselbe Zusammensetzung behalten; es wird also unter allen Umständen nicht allein das Verhältniß A : B, sondern auch das Verhältniß A + B zum Auflösungswasser, in jeder bestimmten Temperatur, fest und unabänderlich sein.

2. Das Salz A wird von der gesättigten wässrigen Auflösung des Salzes B in derselben Quantität wie vom reinen Wasser aufgenommen, wobei zugleich ein Theil des Salzes B ausgesondert wird. Dagegen löset die gesättigte wässrige Auflösung des Salzes A weniger von B auf, als es durch das zur Auflösung von A angewendete Wasser geschehen sein würde, und es bleibt die ganze Quantität von A in der Auflösung, ohne durch B theilweise ausgesondert zu werden. Dies ist die Auflösung mit einseitiger Absonderung. Auch in diesem Fall wird man, für jede bestimmte Temperatur, stets eine ganz gleich zusammengesetzte Auflösung erhalten, man mag A in die gesättigte Auflösung von B, oder B in die gesättigte Auflösung von A bringen, oder die Salze A und B gemeinschaftlich in reinem Wasser auflösen.

3. Das Salz A löset sich in der gesättigten Auflösung des Salzes B eben sowohl, als das Salz B in der gesättigten Auflösung des Salzes A auf, ohne daß dort eine theilweise Aussonderung von B, und hier eine theilweise Aussonderung von A statt findet. Dies ist die Auflösung ohne Absonderung. Bei den Salzen, welche zu dieser Abtheilung gehören, lassen sich Auflösungen von gleicher Zusammensetzung, für jede bestimmte Temperatur, nicht auf die Weise

hervorbringen, daß das Salz B in einer gesättigten Auflösung von A, oder das Salz A in einer gesättigten Auflösnng von B aufgelöset wird; sondern nur dadurch, daß ein Uebermaaß von beiden Salzen nach der erfolgten Auflösung unaufgelöst zurück bleibt. Wird nämlich das Salz A in die gesättigte Auflösung des Salzes B gebracht, so erhält man zwar, wie sich von selbst versteht, für jede bestimmte Temperatur, ein bestimmtes Auflösungsverhältniß der Salze A und B, und eben so auch, wenn das Salz B von der gesättigten Auflösung des Salzes A aufgenommen wird: allein die beiden Auflösungen sind unter sich verschieden, weil die Auflösungsfähigkeit von A durch B, und die von B durch A in einem solchen Grade erhöhet wird, daß die Auflösung nicht mehr gesättigt bleibt, folglich auch nur alsdann eine ganz gleich zusammengesetzte Auflösung erhalten werden kann, wenn die gesättigte Auflösung von A nicht allein das Salz B, sondern auch noch eine neue Quantität von A, und die gesättigte Auflösung von B nicht allein das Salz A, sondern auch noch eine neue Quantität von B aufzunehmen Gelegenheit findet. Wird dieser Bedingung Genüge geleistet, so bleibt auch für die Salzauflösungen ohne Absonderung das Verhältniß der Salze A : B, und das der Salzmenge A + B zum Auflösungswasser, für jede bestimmte Temperatur, fest und unverändert.

4. Die beiden Salze werden gemeinschaftlich als ein schwer auflösliches Doppelsalz aus der Auflösung abgesondert. Die Zusammensetzung der zurückbleibenden wässrigen Auflösung wird sich nach den Umständen richten, unter welchen die Salze auf einander wirken, ganz besonders aber nach den Quantitäten, in welcher beide Salze vorhanden sind.

5. Die beiden Salze sind in der gemeinschaftlichen wässrigen Auflösung mit einander nicht verträglich, indem ein schwer auflösliches Salz abgesondert wird. Dies ist der Erfolg, den man aus der Wirkung der sogenannten doppelten Wahlverwandtschaft zu erklären pflegt.

Die Fälle 4 und 5 gehören den Erfolgen an, welche mit dem Heterogenwerden der flüssigen Mischungen verbunden, also nicht die Resultate einer dauernden chemischen Vereinigung sind.

Die Verbindungen nach festen Verhältnissen, welche bei allen starren Körpern aufgefunden werden, die eine bestimmte Art bilden, sind also bei den flüssigen Verbindungen ebenfalls

anzutreffen, nur mit dem Unterschiede, daß das Verbindungsverhältniß nicht ein bei jeder Temperatur beständiges, sondern ein davon abhängiges ist. Die Lehre von den bestimmten Mischungsverhältnissen hat durch dies Verhalten der Auflösungen starrer Körper in den Flüssigkeiten einen neuen Zuwachs erhalten, der für den Begriff von dem Wesen einer chemischen Verbindung nicht ohne Einfluß bleiben wird.

Die Salze, deren Verhalten bei der gemeinschaftlichen Auflösung in Wasser untersucht worden ist, sind: Kochsalz, Digestivsalz, Salmiak, salzsaurer Baryt, Kalisalpeter, Natronsalpeter, Ammoniaksalpeter, Barytsalpeter, Bleisalpeter, Polychrestsalz, Glaubersalz, Bittersalz, Kupfervitriol und Zinkvitriol. Da es bei diesen Untersuchungen nothwendig war, die Quantitäten Salz genau zu kennen, welche bis zur erfolgten Sättigung bei einer bestimmten Temperatur von dem Wasser aufgenommen werden, so mußte der Salzgehalt von den wäßrigen gesättigten Auflösungen jener Salze zuvor genau ermittelt werden, wobei die Temperatur in Graden der Reaumurschen Scale ausgedrückt ist *).

---

*) Kochsalz. Bei 15° Reaum. Spec. Gew. der gesättigten Salzauflösung 1,2046. Zusammensetzung 26,75 Salz und 73,25 Wasser. Oder 100 Gewichtstheile Wasser lösen auf 36,53 Salz.

Digestivsalz. Bei 14° Reaum. Spec. Gew. 1,1635. Zusammensetzung 24,95 Salz und 75,05 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 33,24 Salz.

Salmiak. Bei 15° Reaum. Spec. Gew. 1,0800. Zusammensetzung 27,02 Salz und 72,98 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 37,02 Salz.

Salzsaurer Baryt. Bei 14½° Reaum. Spec. Gew. 1,2851. Zusammensetzung 35,51 krystallisirtes (also Wasser enthaltendes) Salz und 64,49 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 44,31 krystallisirtes Salz.

Kalisalpeter. Bei 14½° Reaum. Spec. Gew. 1,1601. Zusammensetzung 22,72 Salz und 77,28 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 29,45 Salz.

Natronsalpeter. Bei 15° Reaum. Spec. Gew. 1,3769. Zusammensetzung 46,81 Salz und 53,19 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 88,001 Salz.

Ammoniaksalpeter. Bei 14½° Reaum. Die gesättigte Aufl.

1. Salze, bei deren gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser eine wechselseitige Absonderung statt findet.

Kochsalz und Salmiak. Wenn in einer gesättigten Auflösung von Kochsalz Salmiak in Stücken aufgelöset wird, so überziehen sich die letzteren augenblicklich mit kleinen Würfeln von Kochsalz. Bei einer Temperatur von 15° Reaum. hat die gesättigte Auflösung ein spec. Gewicht von 1,1799 und besteht aus 32,64 Salz und 67,36 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 48,44 Salz, welches aus 26,38 Kochsalz und 22,06 Salmiak besteht. — Werden in eine gesättigte Auflösung von Salmiak Würfel von Kochsalz gebracht, so sondern sich auf der Oberfläche der letzteren sogleich Flocken und dendritische Gebilde von Salmiak ab, die ununterbrochen von den Würfeln abfallen und wieder gebildet werden. Bei einer Temperatur von 15° hat die gesättigte Auf-

---

besteht aus 66,57 Salz und 33,43 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 199,54 Salz.

Barytsalpeter. Bei 16° Reaum. Spec. Gew. 1,0678. Zusammensetzung 7,896 Salz und 92,104 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 8,57 Salz.

Bleisalpeter. Bei 14° Reaum. Spec. Gew. 1,3978. Zusammensetzung 33,45 Salz und 66,55 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 50,26 Salz.

Polychrestsalz. Bei 15° Reaum. Spec. Gew. 1,0798. Zusammensetzung 9,71 Salz und 90,29 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 10,74 Salz.

Glaubersalz. Bei 16° Reaum. Spec. Gew. 1,1259. Zusammensetzung 36,71 krystallinisches Salz und 63,29 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 58,02 krystallinisches (oder 29 wasserfreies) Salz.

Bittersalz. Bei 15° Reaum. Spec. Gew. 1,2932. Zusammensetzung 55,57 krystallinisches Salz und 44,43 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 125,06 krystallinisches (oder 60 wasserfreies) Salz.

Kupfervitriol. Bei 14° Reaum. Spec. Gew. 1,1820. Zusammensetzung 29,3 Salz und 70,7 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 41,45 krystallinisches Wasser enthaltendes Salz.

Zinkvitriol. Bei 14° Reaum. Spec. Gew. 1,4353. Zusammensetzung 51,98 Salz und 48,02 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 108,26 krystallinisches, Wasser enthaltendes Salz.

lösung ein spec. Gew. von 1,1788 und besteht aus 32,62 Salz und 67,38 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 48,42 Salz, welches aus 26,36 Kochsalz und 22,06 Salmiak besteht. — Wenn ein Gemenge von Kochsalz und Salmiak in reinem Wasser aufgelöset und die Auflösung bei einer Temperatur von 15° Reaum. vollständig gesättigt wird, so daß der unaufgelöset gebliebene Salzrückstand noch aus Kochsalz und aus Salmiak besteht, so hat die gesättigte Flüssigkeit ein spec. Gew. von 1,1794 und besteht aus 32,64 Salz und 67,36 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 48,44 Salz, welches aus 26,39 Kochsalz und 22,05 Salmiak besteht.

Kochsalz und Natronsalpeter. Werden in eine gesättigte Kochsalzauflösung Krystalle von Natronsalpeter gebracht, so lösen sich diese rasch auf, und es findet gleichzeitig eine Aussonderung von Kochsalz in zierlichen Würfelchen statt. Bei einer Temperatur von 15° besteht die Auflösung, nach erfolgter vollständiger Sättigung, aus 43,9 Salz und 56,1 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 78,11 Salz, welches aus 25,22 Kochsalz und 52,89 Natronsalpeter besteht. — Bringt man in eine gesättigte Natronsalpeterauflösung Krystalle von Kochsalz, so erfolgt die Auflösung der letzteren nur unter gleichzeitiger Aussonderung von Natronsalpeter in Krystallen. Bei einer Temperatur von 15° besteht die ganz gesättigte Auflösung aus 43,7 Salz und 56,3 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 77,8 Salz, welches aus 24,96 Kochsalz und 52,84 Natronsalpeter besteht. — Wird ein Gemenge von Kochsalz und Natronsalpeter in Wasser aufgelöset, so besteht die bei einer Temperatur von 15° gesättigte Auflösung aus 43,7 Salz und 56,3 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 77,8 Salz, welches aus 24,98 Kochsalz und 52,82 Natronsalpeter besteht.

Kochsalz und Digestivsalz. In einer gesättigten Auflösung von Kochsalz wird Digestivsalz nur unter gleichzeitiger Absonderung von Kochsalz, und in einer gesättigten Auflösung von Digestivsalz wird Kochsalz nur unter gleichzeitiger Absonderung von Digestivsalz aufgelöset. Wasser löset von einem Gemenge von Kochsalz und Digestivsalz beide Salze auf. Alle drei Auflösungen haben, bei gleichen Temperaturen, ein gleiches specifisches Gewicht.

Kochsalz und salzsaurer Baryt. In einer gesättigten Auflösung von Kochsalz lösen sich Krystalle von salzsaurem Baryt zuerst ganz klar und ohne Absonderung auf, dann aber nur unter gleichzeitiger Abscheidung von Kochsalzkrystallen. In einer gesättigten Auflösung

von salzsaurem Baryt werden die Kochsalzkrystalle sogleich mit einer Rinde von salzsaurem Baryt überzogen, so daß die Auflösung des Kochsalzes nur langsam fortschreitet. Beim Auflösen eines Gemenges von beiden Salzen, bis zur Sättigung, erhält man eine Auflösung, welche, bei gleichen Temperaturen, dasselbe specifische Gewicht besitzt, wie die Auflösungen des Kochsalzes in der gesättigten Auflösung des salzsauren Baryts, und des salzsauren Baryts in der gesättigten Auflösung des Kochsalzes.

Digestivsalz und Salmiak. Die Erscheinungen beim Auflösen des Salmiaks in einer gesättigten Auflösung des Digestivsalzes stimmen genau mit denen überein, welche die Auflösung des Salmiaks in einer gesättigten Kochsalzauflösung darbietet. Es wird nicht eine Spur von Salmiak ohne gleichzeitige Absonderung von Digestivsalz aufgelöset. Die bei 15° Reaum. gesättigte Auflösung von beiden Salzen besteht aus 31,616 Salz und 68,384 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 45,91 Salz. — Eben so sind auch die Erscheinungen beim Auflösen des Digestivsalzes in einer gesättigten Salmiakauflösung ganz übereinstimmend mit denen bei der Auflösung des Kochsalzes in einer gesättigten Salmiakauflösung. Die bei 15° Reaum. gesättigte Auflösung von Digestivsalz in Salmiak besteht aus 31,6 Salz und 68,4 Wasser. — Werden Digestivsalz und Salmiak im Gemenge mit einander in Wasser aufgelöset, so besteht die bei 15° gesättigte Auflösung aus 31,59 Salz und 68,41 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 46,1 Salz, welches aus 16,27 Digestivsalz und 29,83 Salmiak besteht.

Salzsaurer Baryt und Salmiak. In einer gesättigten Auflösung von salzsaurem Baryt löset sich Salmiak mit einer scheinbaren Metamorphose auf, indem sich die Stücken des Salmiaks ganz in salzsaurem Baryt umändern. Eine gesättigte Auflösung von Salmiak löset salzsauren Baryt anfänglich klar auf, aber sehr bald nur unter gleichzeitiger Abscheidung von Salmiak. Diese beiden Auflösungen besitzen mit derjenigen, welche man durch unmittelbares Auflösen von salzsaurem Baryt und Salmiak erhält, bei gleicher Temperatur, ein gleiches specifisches Gewicht, und sind daher alle drei gleich zusammengesetzt.

Salzsaurer Baryt und Digestivsalz. Letzteres löset sich in einer gesättigten Auflösung von salzsaurem Baryt nur auf, indem sich die Krystalle mit einer Rinde von salzsaurem Baryt überziehen, welche sich in demselben Augenblick bilden, wo die Digestivkrystalle in die Flüssigkeit gebracht werden. — Salzsaurer Baryt wird von einer

gesättigten Digestivsalzauflösung zuerst klar aufgelöset, bald aber setzen sich Krystalle von Digestivsalz ab, welche sich nun während der ganzen Dauer der Auflösung absondern. — Ein Gemenge von Digestivsalz und salzsaurem Baryt giebt bei einer Temperatur von 15° Reaum. eine gesättigte Salzauflösung, welche dasselbe specifische Gewicht besitzt, wie die Auflösungen des salzsauren Baryts in Digestivsalz und des Digestivsalzes in salzsaurem Baryt, so daß alle drei Auflösungen unbezweifelt auf dieselbe Weise zusammengesetzt sind.

Salmiak und Ammoniaksalpeter. Aus den gesättigten Auflösungen eines jeden dieser Salze wird durch das andere Salz eine theilweise Absonderung bewirkt. Die specifischen Gewichte beider Auflösungen stimmen mit dem specifischen Gewicht der Auflösung überein, welche durch die Auflösung eines Gemenges von beiden Salzen in reinem Wasser, bei derselben Temperatur, erhalten wird.

2. Salze, bei deren gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser eine einseitige Absonderung statt findet.

Natronsalpeter und Barytsalpeter. In einer gesättigten Auflösung von Natronsalpeter löset sich Barytsalpeter in nicht beträchtlicher Menge und ganz klar auf. Bei einer Temperatur von 15° besteht die völlig gesättigte Auflösung aus 47,95 Salz und 52,05 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 92,15 Salz, welches aus 88,26 Natronsalpeter und 3,89 Barytsalpeter besteht. — Eine gesättigte Auflösung von Barytsalpeter löset Natronsalpeter nur unter gleichzeitiger Ausscheidung von kleinen Krystallen auf, welche Barytsalpeter sind. Die gesättigte Auflösung findet sich, bei einer Temperatur von 15°, zusammengesetzt aus 47,82 Salz und 52,18 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 91,64 Salz, welches aus 87,93 Natronsalpeter und 3,69 Barytsalpeter besteht. — Wenn ein Gemenge von Natronsalpeter und Barytsalpeter bei einer Temperatur von 15° in reinem Wasser aufgelöset wird, so besteht die völlig gesättigte Auflösung aus 47,91 Salz und 52,09 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 91,97 Salz, welches aus 88,24 Natronsalpeter, und 3,73 Barytsalpeter besteht.

Natronsalpeter und Bleisalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter löset Bleisalpeter in bedeutender Menge und ganz klar auf. Bei einer Temperatur von 15° besteht die völlig gesättigte Auflösung aus 54,94 Salz und 45,06 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 121,9 Salz, welches aus 87,8 Natronsalpeter und 34,1 Bleisalpeter

besteht. — In einer gesättigten Auflösung von Bleisalpeter löset sich Natronsalpeter zuerst ganz klar und in bedeutender Menge auf. Bei fortgesetzter Auflösung sondern sich aber Krystalle von Bleisalpeter so lange ab, als bei der vorhandenen Temperatur noch eine Auflösung von Natronsalpeter statt findet. Bei einer Temperatur von 15° besteht die gesättigte Auflösung aus **54,84** Salz und **45,16** Wasser, oder **100** Wasser lösen auf **121,14** Salz, welches **87,61** Natronsalpeter und **34,53** Bleisalpeter enthält. — Wird ein Gemenge von Natronsalpeter und Bleisalpeter bei einer Temperatur von 15° in reinem Wasser aufgelöset, so besteht die gesättigte Auflösung aus **54,96** Salz und **45,04** Wasser oder **100** Wasser lösen auf **122** Salz, welches aus **87,85** Natronsalpeter und **34,15** Salpeter besteht.

Kalisalpeter und Polychrestsalz. Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter löset eine geringe Quantität Polychrestsalz klar auf. Bei einer Temperatur von 15° besteht die gesättigte Auflösung aus **25,1** Salz und **74,9** Wasser, oder **100** Wasser lösen auf **33,51** Salz, welches aus **29,48** Kalisalpeter und **4,03** Polychrestsalz besteht. — Eine gesättigte Auflösung von Polychrestsalz löset Kalisalpeter langsam und zuerst in geringer Menge klar auf. Dann aber tritt während der Auflösung des Kalisalpeters eine Aussonderung von Polychrestsalz ein, und die Krystalle des Kalisalpeters bleiben als Skelette von Polychrestsalz zurück. Bei einer Temperatur von 15° besteht die gesättigte Auflösung aus **25,083** Salz und **74,917** Wasser, oder **100** Wasser lösen auf **33,42** Salz, welches aus **29,46** Kalisalpeter und **3,96** Polychrestsalz besteht. — Wenn ein Gemenge von Kalisalpeter und Polychrestsalz bei einer Temperatur von 15° in reinem Wasser aufgelöset wird, so besteht die gesättigte Auflösung aus **25** Salz und **75** Wasser, oder **100** Wasser lösen auf **33,33** Salz, worin sich **4** Polychrestsalz befinden.

Digestivsalz und Polychrestsalz. Eine gesättigte Auflösung von Digestivsalz löset Polychrestsalz in unbedeutender Menge klar auf. Bei einer Temperatur von 15° besteht die gesättigte Flüssigkeit aus **25,78** Salz und **74,28** Wasser, oder **100** Wasser lösen auf **34,75** Salz, welches aus **32,96** Digestivsalz und **1,79** Polychrestsalz besteht. — Eine gesättigte Auflösung von Polychrestsalz löset Digestivsalz nicht ohne augenblickliche Abscheidung von Polychrestsalz auf. Die bei einer Temperatur von 15° gesättigte Flüssigkeit besteht aus **25,86** Salz und **74,14** Wasser oder **100** Wasser lösen auf **34,87** Salz, welches aus **33,12** Digestivsalz und **1,75** Polychrestsalz besteht. — Ein Gemenge

von Digestivsalz und Polychrestsalz giebt, bei einer Temperatur von 15°, eine gesättigte Auflösung in reinem Wasser, welche aus 25,9 Salz und 74,1 Wasser besteht. 100 Wasser lösen also auf 34,95 Salz, welches aus 33,12 Digestivsalz und 1,83 Polychrestsalz besteht.

Digestivsalz und Kalisalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Digestivsalz löset Kalisalpeter ganz klar und ohne alle Absonderung von Digestivsalz auf. — In einer gesättigten Auflösung von Kalisalpeter wird Digestivsalz nur unter gleichzeitiger Aussonderung von Kalisalpeter aufgelöset. — Ein Gemenge von beiden Salzen giebt, bei 15° Reaum., mit reinem Wasser eine gesättigte Auflösung, deren specifisches Gewicht mit demjenigen übereinstimmt, welches die Auflösungen des Kalisalpeters in Digestivsalz, und des Digestivsalzes in Kalisalpeter, in derselben Temperatur, besitzen.

Barytsalpeter und Bleisalpeter. In einer gesättigten Auflösung von Bleisalpeter löset sich eine geringe Quantität von Barytsalpeter nur höchst träge und langsam auf, so daß eine lange Zeit zur Sättigung erfordert wird, welche ohne alle Absonderung von Bleisalpeter erfolgt. Eine gesättigte Auflösung von Barytsalpeter löset Bleisalpeter nur unter Abscheidung eines mehlartigen Pulvers auf, welches die Oberfläche des Bleisalpeters augenblicklich überzieht, und dann von den Bleisalpeterkrystallen abfällt. Die Sättigung der Auflösung erfordert viel Zeit. Das krystallinische mehlartige Pulver ist Barytsalpeter. — Ein Gemenge von Barytsalpeter und von Bleisalpeter, in reinem Wasser aufgelöset, giebt nur nach einigen Tagen und häufigem Umschütteln eine gesättigte Auflösung, welche bei 15° dasselbe specifische Gewicht besitzt, wie die, in gleicher Temperatur, durch Auflösung von Barytsalpeter in Bleisalpeterauflösung, und von Bleisalpeter in Barytsalpetersolution erhaltenen Auflösungen.

Kalisalpeter und Ammoniaksalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter nimmt den Ammoniaksalpeter bis zur völligen Sättigung klar und ohne Absonderung von Kalisalpeter auf. — In einer gesättigten Auflösung von Ammoniaksalpeter läßt sich Kalisalpeter nicht auflösen, ohne eine gleichzeitige Aussonderung von Ammoniaksalpeter. Zuerst löset sich der Kalisalpeter zwar rasch und in ansehnlicher Menge klar auf, dann aber werden die Kalisalpeterkrystalle trübe, und es sondert sich Ammoniaksalpeter ab. Es ist nothwendig, die Auflösung einige Stunden stehen zu lassen, um eine Flüssigkeit von derselben Zusammensetzung zu bekommen, wie diejenige ist, welche beim

Auflösen des Ammoniaksalpeters in einer gesättigten Auflösung des Kalisalpeters erhalten wird, weil die Aussonderung des Ammoniaksalpeters in Krystallen zuletzt nur träge und langsam erfolgt. — Eine Auflösung von gleichem specifischem Gewicht, wie diese beiden Auflösungen besitzen, erhält man, wenn ein Gemenge von Kalisalpeter und Ammoniaksalpeter, — bei gleichen Temperaturen, — in reinem Wasser aufgelöset wird.

Natronsalpeter und Ammoniaksalpeter. In einer gesättigten Auflösung von Natronsalpeter läßt sich Ammoniaksalpeter nur unter gleichzeitiger Aussonderung von Natronsalpeter auflösen. Eine gesättigte Auflösung von Ammoniaksalpeter löset Natronsalpeter in beträchtlicher Menge klar auf. Wenn aber die gesättigte Auflösung einige Stunden ruhig stehen bleibt, so sondern sich Krystalle von Ammoniaksalpeter ab, so daß es schwer zu bestimmen ist, ob diese beiden Salze zu denen mit wechselseitiger, oder zu denen mit einseitiger Absonderung, gehören. Auch für den Kalisalpeter ist diese Bestimmung zweifelhaft.

Kochsalz und Glaubersalz. In einer gesättigten Auflösung von Kochsalz löset sich krystallisirtes Glaubersalz klar und ohne alle Absonderung von Kochsalz auf. *) — Eine gesättigte Auflösung von Glaubersalz löset die ersten Antheile von Kochsalz klar auf, dann wird das Glaubersalz in schönen Krystallen theilweise ausgeschieden. — Ein Gemenge von Kochsalz und von (krystallinischem oder auch an der Luft zerfallenem) Glaubersalz giebt beim Auflösen in reinem Wasser eine Auflösung von demselben specifischen Gewicht, welches die, bei gleicher Temperatur bereiteten Auflösungen des Kochsalzes in der Glaubersalzauflösung und die des Glaubersalzes in der Kochsalzauflösung besitzen.

---

*) Wird vollkommen an der Luft zerfallenes, statt des gewöhnlichen krystallisirten, Glaubersalzes angewendet, so werden die ersten Antheile des zugesetzten zerfallenen Glaubersalzes in Kochsalz metamorphosirt, und der Bodensatz im Auflösungsgefäß besteht ganz aus Kochsalz. Bei weiteren Zusätzen von zerfallenem Glaubersalz besteht der Bodensatz aus Kochsalz und aus Wasser enthaltendem Glaubersalz, mit einem geringeren Wassergehalt, als das gewöhnliche krystallisirte Glaubersalz, nämlich aus demjenigen Salze, welches auch erhalten wird, wenn man zerfallenes Glaubersalz in eine gesättigte Auflösung von Glaubersalz bringt.

Kochsalz und Bittersalz. Beide Salze verhalten sich eben so wie Kochsalz und Glaubersalz. Eine gesättigte Auflösung von Kochsalz löset das krystallisirte Bittersalz bis zur völligen Sättigung klar auf. In einer gesättigten Auflösung von Bittersalz werden aber nur die ersten Antheile Kochsalz klar aufgelöset und dann ein Theil des Bittersalzes in schönen Krystallen ausgesondert. (Die gesättigte Auflösung von beiden Salzen giebt, beim freiwilligen Verdunsten an trockner warmer Luft, wieder Krystalle von Kochsalz und Bittersalz, und es scheint kein Austausch der Bestandtheile statt zu finden.)

Natronsalpeter und Glaubersalz. Auch diese beiden Salze verhalten sich wie Kochsalz und Glaubersalz. In der gesättigten Auflösung von Natronsalpeter löset sich das krystallisirte Glaubersalz klar und ohne Absonderung von Natronsalpeter auf*). Dagegen wird Natronsalpeter in einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz bis zur vollständigen Sättigung ganz klar aufgelöset.

Natronsalpeter und Bittersalz. Die beiden Salze verhalten sich ebenfalls so wie Kochsalz und Bittersalz. Das krystallisirte Bittersalz wird bis zur vollständigen Sättigung ganz klar von der gesättigten Auflösung des Natronsalpeters aufgenommen; aber in der gesättigten Auflösung des Bittersalzes lösen sich nur die ersten Antheile von Natronsalpeter klar auf; dann tritt die Absonderung des Bittersalzes mit dem gewöhnlichen Wassergehalt ein, welche bis zur vollständigen Sättigung der Auflösung fortdauert. Das specifische Gewicht dieser Auflösung stimmt genau mit demjenigen überein, welches die Auflösung des Bittersalzes in der gesättigten Auflösung des Natronsalpeters besitzt, und mit demjenigen der Auflösnug, welche bei einem Gemenge von Natronsalpeter und Bittersalz mit reinem Wasser, in gleichen Temperaturen, erhalten wird. (Werden diese Auflösungen dem freiwilligen Verdunsten an der Luft überlassen, so erhält man ein sehr

---

*) Die Absonderung von Natronsalpeter findet (wie bei dem Kochsalz) nur dann statt, wenn an der Luft zerfallenes Glaubersalz angewendet wird. Aber auch diese Absonderung tritt nur bei den ersten Antheilen des hinzugesetzten zerfallenen Glaubersalzes ein; später bildet sich ein Bodensatz von dem schwerauflöslichen Glaubersalz mit geringerem Wassergehalt.

verworrenes Salzgemenge, worin sich jedoch Krystalle von Natronsalpeter und von Bittersalz deutlich erkennen lassen.)

Natronsalpeter und Zinkvitriol. Diese beiden Salze machen, für ihr Verhalten beim Auflösen in Wasser, den Uebergang in eine andere Classe, weshalb das Gesetz für diese zweite Classe für sie nicht mehr anwendbar ist, obgleich die Erscheinungen beim Auflösen mit denen, welche die zu dieser Classe gehörenden Salze darbieten, sehr übereinstimmen. — Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter löset (wasserhaltenden) Zinkvitriol bis zur völligen Sättigung klar auf. — Erst nachdem diese erfolgt ist, setzen sich nach einiger Zeit Krystalle ab, welche aus einem Doppelsalz von Glaubersalz und Zinkvitriol bestehen. — In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol löset sich Natronsalpeter sehr rasch und unter Bildung von nadelförmigen Prismen dergestalt auf, daß die Prismen aus den Krystallen des Natronsalpeters beim Auflösen desselben herauszufallen, oder daß letztere plötzlich in Nadeln verwandelt zu sein scheinen. Diese Nadeln sind Zinkvitriol, die wahrscheinlich durch die Verminderung der Temperatur bei der raschen Auflösung des Natronsalpeters gebildet werden, weshalb sie sich auch in kurzer Zeit wieder verlieren und einem Doppelsalz aus Glaubersalz und Zinkvitriol Platz machen.

3. Salze, bei deren gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser keine Absonderung statt findet.

Die zu dieser Classe gehörenden Salzauflösungen bieten ein großes Interesse dar, theils weil darin Beispiele von einer außerordentlich erhöheten Auflösungsfähigkeit des einen Salzes durch das andere vorkommen, theils weil einige von diesen Auflösungen hart an der Gränze der Auflösungen stehen, die zu Doppelsalzbildungen, oder auch zu Bildungen neuer Arten Veranlassung geben. Die erhöhete Auflösbarkeit des einen Salzes durch das andere ist die Ursache, weshalb das Wasser, welches das eine Salz bis zur völligen Sättigung aufgelöset hat, in derselben Temperatur nicht gesättigt bleiben kann, sobald diese gesättigte Auflösung von dem hinzugefügten zweiten Salz ebenfalls bis zur Sättigung aufgenommen hat. Es werden daher neue Quantitäten von beiden Salzen erfordert, um die vollständige Sättigung in derselben Temperatur zu bewirken. Dies Verhalten zeigen indeß nur diejenigen Salze, welche zu einer Aussonderung aus ihrer gemeinschaftlichen Auflösung durch Bildung einer schwer auflöslichen Verbindung,

— sei es durch Doppelsalzbildung oder durch Bildung neuer Arten — nicht geneigt sind. Im Allgemeinen ist von allen zu dieser Classe gehörenden Salzen anzunehmen, daß das Wasser von jedem derselben, bei einer gemeinschaftlichen Auflösung, wenigstens eben so viel auflöst, als es von jedem einzelnen Salze für sich aufgelöset haben würde. Für je zwei von den zu dieser Classe gehörenden Salzen lassen sich, bei einer und derselben Temperatur, drei verschiedene Sättigungsstufen annehmen: die eine für das Salz A hinsichtlich seiner Sättigung mit der gesättigten Auflösung des Salzes B; die zweite für das Salz B hinsichtlich seiner Sättigung mit der gesättigten Auflösung von A; und die dritte oder die wahre Sättigung, welche erhalten wird, wenn man ein Gemenge von A und B in Wasser auflöset.

Kalisalpeter und Bleisalpeter. Wenn eine bei 15° gesättigte Auflösung so viel Kalisalpeter aufgenommen hat, als zur vollständigen Sättigung erforderlich ist, so besteht die Flüssigkeit aus 51,71 Salz und 48,29 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 107,6 Salz, welches aus 51,56 Bleisalpeter und aus 53,04 Kalisalpeter besteht. — Eine bei 15° gesättigte Auflösung von Kalisalpeter löset so viel Bleisalpeter auf, daß die völlig gesättigte Flüssigkeit aus 53,28 Salz und 46,72 Wasser besteht. 100 Wasser lösen also auf 114 Salz, welches aus 84,1 Bleisalpeter und aus 29,9 Kalisalpeter besteht. — Wird ein Gemenge von Kalisalpeter und Bleisalpeter in einer Temperatur von 15° in reinem Wasser aufgelöset, so daß nach der erfolgten vollständigen Sättigung des Wassers noch ein unaufgelöster Rückstand von beiden Salzen verbleibt, so besteht die gesättigte Auflösung aus 62,87 Salz und 37,13 Wasser, oder 100 Wasser lösen auf 169,2 Salz, welches aus 109,8 Bleisalpeter und aus 59,2 Kalisalpeter besteht.

Kalisalpeter und Kochsalz. Eine gesättigte Auflösung von Kochsalz, worin Kalisalpeter bis zur Sättigung aufgelöset worden ist, giebt, bei einer Temperatur von 15°, eine Auflösung, welche aus 41,05 Salz und 58,95 Wasser besteht, oder 100 Wasser lösen auf 69,65 Salz, welches aus 36,53 Kochsalz und 33,12 Kalisalpeter besteht. — Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter, worin Kochsalz bis zur Sättigung aufgelöset worden ist, giebt, bei einer Temperatur von 14½°, eine aus 40,34 Salz und 59,66 Wasser bestehende Auflösung, oder 100 Wasser lösen auf 67,7 Salz, welches nach der Berechnung aus 29,45 Kalisalpeter und 38,25 Kochsalz besteht. Die Analyse ergab 29 Kalisalpeter und 38,7 Kochsalz. — Bei den ersten Zusätzen von

Kochsalz zu einer gesättigten Auflösung von Kalisalpeter fallen stets einige Nadeln von Kalisalpeter zu Boden, welche sich indeß sogleich wieder auflösen, indem sich die Auflösungsfähigkeit des Kalisalpeters in Wasser in dem Verhältniß erhöhet, als die Flüssigkeit mehr Kochsalz aufgenommen hat. Wahrscheinlich hat auch die Temperaturerniedrigung beim Auflösen des Kochsalzes einigen Einfluß auf jene augenblickliche Absonderung. — Ein Gemenge von Kochsalz und Kalisalpeter, in reinem Wasser aufgelöset, giebt, bei einer Temperatur von 15°, eine Flüssigkeit, welche aus 43,73 Salz und 56,27 Wasser besteht. 100 Wasser lösen also auf 77,72 Salz, worin sich 38,53 Salpeter und 39,19 Kochsalz befinden.

Kalisalpeter und Natronsalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter, worin Natronsalpeter bis zur vollständigen Sättigung aufgelöset worden ist, giebt, bei 14½°, eine Flüssigkeit, welche aus 54,33 Salz und 45,67 Wasser zusammengesetzt ist. 100 Wasser lösen also auf 118,98 Salz, welches nach der Berechnung aus 29,45 Kalisalpeter und aus 89,53 Natronsalpeter besteht. — Beim Zusatz der ersten Antheile Natronsalpeter zu der gesättigten Auflösung des Kalisalpeters — besonders wenn sogleich anfänglich eine große Quantität Natronsalpeter angewendet wird — sondern sich augenblicklich Nadeln von Kalisalpeter in großer Menge ab, in Folge der durch die Auflösung des Natronsalpeters hervorgebrachten bedeutenden Temperaturerniedrigung. Die Nadeln werden aber völlig wieder aufgelöset, noch ehe die Flüssigkeit die ursprüngliche Temperatur der gesättigten Kalisalpeterauflösung wieder angenommen hat. — Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter, worin Kalisalpeter bis zur vollständigen Sättigung aufgelöset worden ist, giebt, bei 15°, eine aus 55,28 Salz und 44,72 Wasser bestehende Flüssigkeit. 100 Wasser lösen also auf 123,79 Salz, welche nach der Berechnung enthalten müssen 88 Natronsalpeter und 35,79 Kalisalpeter. (Die Auflösbarkeit des Kalisalpeters wird folglich durch Natronsalpeter in einen bedeutend höheren Grade vermehrt, als die des Natronsalpeters durch Kalisalpeter.) — Ein Gemenge von Kalisalpeter und Natronsalpeter, bei einer Temperatur von 15°, in Wasser bis zur völligen Sättigung desselben aufgelöset, giebt eine aus 57,37 Salz und 42,63 Wasser bestehende Flüssigkeit. 100 Wasser lösen also unter diesen Umständen auf 134,38 Salz.

Kalisalpeter und Salmiak. Wird Salmiak bis zur vollständigen Sättigung in einer gesättigten Auflösung von Kalisalpeter, bei einer Temperatur von 15° aufgelöset, so ist die gesättigte Flüssigkeit

zusammengesetzt aus 42,82 Salz und 57,18 Wasser. 100 Wasser lösen also auf 74,89 Salz, welches aus 30,56 Kalisalpeter und aus 44,33 Salmiak besteht. — Wird in einer gesättigten Auflösung von Salmiak, bei einer Temperatur von 15°, Kalisalpeter bis zur vollständigen Sättigung aufgelöst, so besteht die Flüssigkeit aus 43,07 Salz und 56,93 Wasser. 100 Wasser lösen also auf 75,66 Salz, welche aus 37,98 Salmiak und aus 37,68 Kalisalpeter bestehen. — Wenn ein Gemenge von Salmiak und Kalisalpeter, bei einer Temperatur von 15°, in reinem Wasser, bis zur vollständigen Sättigung desselben, aufgelöset wird, so findet sich die Auflösung zusammengesetzt aus 44,28 Salz und 55,72 Wasser. 100 Wasser lösen also unter diesen Verhältnissen auf 79,46 Salz, welches aus 39,84 Salmiak und 38,62 Kalisalpeter besteht.

Salmiak und Barytsalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Barytsalpeter, worin Salmiak bei einer Temperatur von 15°, bis zur vollständigen Sättigung, aufgelöset wird, giebt eine aus 32,07 Salz und 67,93 Wasser zusammengesetzte Flüssigkeit. 100 Wasser lösen also auf 47,2 Salz, welches aus 8,6 Barytsalpeter und 38,6 Salmiak besteht. — Wenn in einer gesättigten Auflösung von Salmiak, bei einer Temperatur von 15°, Barytsalpeter bis zur vollständigen Sättigung aufgelöset wird, so ist die gesättigte Auflösung aus 35,4 Salz und 64,6 Wasser zusammengesetzt. 100 Wasser lösen also auf 54,74 Salz, welches aus 38,04 Salmiak und aus 16,73 Barytsalpeter besteht. — Wird ein Gemenge von Salmiak und Barytsalpeter bis zur vollständigen Sättigung, bei einer Temperatur von 15°, in reinem Wasser aufgelöset, so findet sich die Auflösung zusammengesetzt aus 35,98 Salz und 64,02 Wasser. 100 Wasser lösen also auf 56,2 Salz, welches aus 39,18 Salmiak und 17,02 Barytsalpeter besteht.

Salmiak und Polychrestsalz. Wird in einer gesättigten Auflösung von Polychrestsalz, bei einer Temperatur von 15°, bis zur vollständigen Sättigung Salmiak aufgelöset, so erhält man eine aus 33,02 Salz und 66,98 Wasser bestehende Flüssigkeit. 100 Wasser haben also 49,3 Salz aufgelöset, welches aus 11,1 Polychrestsalz und aus 38,2 Salmiak besteht. — Eine gesättigte Auflösung von Salmiak löset, bei einer Temperatur von 15°, so viel Polychrestsalz auf, daß die erhaltene gesättigte Auflösung aus 33,88 Salz und 66,12 Wasser besteht. 100 Wasser lösen also auf 51,2 Salz, welches aus 37,94 Salmiak und 13,26 Polychrestsalz zusammengesetzt gefunden ward. — Wenn ein Gemenge von Salmiak und von Polychrestsalz bis zur voll-

ständigen Sättigung mit beiden Salzen in reinem Wasser, bei einer Temperatur von 15°, aufgelöset wird, so besteht die gesättigte Auflösung aus 32,86 Salz und 66,14 Wasser. 100 Wasser lösen also auf 51,2 Salz, welches aus 37,92 Salmiak und 13,28 Polychrestsalz zusammengesetzt ist.

Zu den Salzen, welche sich ohne Absonderung in der gesättigten Auflösung des anderen Salzes auflösen, gehören ferner noch folgende:

Kochsalz und Barytsalpeter.
Kochsalz und Polychrestsalz.
Kochsalz und Kupfervitriol*).
Salmiak und Glaubersalz**).
Bittersalz und Glaubersalz***).
Glaubersalz und Kupfervitriol†).

---

*) Das Doppelsalz aus Kupfervitriol und schwefelsaurem Natron ist so leichtauflöslich, daß es sich weder beim Auflösen des Kochsalzes in Kupfervitriolauflösung, noch beim Auflösen des Kupfervitriols in Kochsalzauflösung, aussondert, sondern erst bei der Verminderung des Auflösungswassers durch langsames Verdunsten gebildet wird.

**) Zerfallenes Glaubersalz löset sich in einer gesättigten Salmiakauflösung zuerst in bedeutender Menge klar auf. Bei den folgenden Zusätzen bleibt ein kleiner Rückstand nach der Auflösung, der bei dem jedesmaligen Hinzufügen von neuen Quantitäten zerfallenem Glaubersalz bedeutender wird, und welcher etwas Salmiak enthält, aber größtentheils aus dem schwerauflöslichen Glaubersalz mit geringem Wassergehalt besteht.

***) Von verwittertem Glaubersalz lösen sich nur die ersten geringen Antheile in einer gesättigten Auflösung von Bittersalz klar auf; es entsteht bald ein Niederschlag von etwas Bittersalz und zugleich verwandelt sich ein Theil des zerfallenen Glaubersalzes in das bekannte schwerauflösliche Salz.

†) Wegen der Leichtauflöslichkeit des Doppelsalzes aus Kupfervitriol und schwefelsaurem Natron entsteht dasselbe erst beim Verdampfen der mit beiden Salzen gesättigten Auflösung. An der Luft völlig verwittertes Glaubersalz löset sich sehr schnell und in großer Menge in der Kupfervitriolauflösung auf. Setzt man mehr zu, als sich klar auflösen kann, so verwandelt es sich augenblicklich in das Doppelsalz,

Glaubersalz und Polychrestsalz.
Bittersalz und Polychrestsalz *).
Salzsaurer Baryt und Barytsalpeter.
Barytsalpeter und Digestivsalz.
Glaubersalz und Kalisalpeter **).
Bleisalpeter und Ammoniaksalpeter.

Verschiedene andere Salze, die hinsichtlich ihres Verhaltens bei der gemeinschaftlichen Auflösung in Wasser ebenfalls zu dieser Classe gezählt werden müssen, stehen so nahe an der Gränze der folgenden beiden Abtheilungen, daß man sie mit gleichem Rechte auch zu diesen rechnen könnte. Dies ist bei solchen Salzen der Fall, die entweder zur Bildung von Doppelsalzen geneigt sind, und bei denen die daraus entspringenden Doppelsalze weniger auflöslich sind als die einzelnen Salze, aus welchen sie entstanden; oder bei allen Salzen, die Verbindungen eingehen, welche sich wegen ihrer geringeren Auflöslichkeit aus der Flüssigkeit abzusondern streben. Die allgemeine Verbindung der Salze mit dem Wasser in der erhaltenen Auflösung wird dadurch mehr oder weniger theilweise aufgehoben und die Zusammensetzung der Flüssigkeit dadurch lediglich von dem Verhältniß abhängig, in welchem die Salze angewendet werden. Wo solche Aussonderungen entschieden hervortreten, ist man schon lange gewohnt gewesen, dieselben als die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft anzusehen, obgleich sie nur ein besonderer Fall der durch die Schwerauflöslichkeit gestörten chemischen Verbindung der Salze mit dem Wasser sind, in welchem sie sich

---

worin sich, bei der Anwendung einer großen Quantität zerfallenen Glaubersalzes, die ganze Flüssigkeit umzuändern scheint.

*) Das Doppelsalz aus beiden Salzen wird weder bei der Auflösung des Polychrestsalzes in einer gesättigten Auflösung von Bittersalz, noch beim Auflösen des Bittersalzes in der gesättigten Auflösung des Polychrestsalzes abgesondert, sondern erst durch langsames Verdampfen der gesättigten Flüssigkeit gebildet.

**) Weder beim Auflösen des Kalisalpeters in einer gesättigten Glaubersalzauflösung, noch beim Auflösen des Glaubersalzes in einer gesättigten Kalisalpeterauflösung sondert sich Polychrestsalz ab, welches erst später gebildet wird, wenn die Flüssigkeit durch Verdunsten Wasser verliert.

in Auflösung befinden. So läßt sich z. B. bei einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz und Kupfervitriol nicht behaupten, und am wenigsten erweisen, daß sich in der Auflösung dieses und jenes Salz, oder ein Doppelsalz von beiden befinde, vielmehr muß eine ganz homogene chemische Verbindung des Wassers mit beiden Salzen zu einer eigenthümlichen Flüssigkeit angenommen werden, deren Zusammensetzung darauf beruhet, daß bei der vorhandenen Temperatur die Gleichartigkeit durch Aussonderung eines Doppelsalzes nicht gestört wird. Dasselbe ist der Fall bei einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz und Kalisalpeter, welche sich bei einer größeren Schwerauflöslichkeit des Polychrestsalzes, oder bei einem größeren Bestreben zur Bildung dieses Salzes, wovon die Ursachen noch nicht bekannt sind, gar nicht darstellen lassen würde. Es werden im Folgenden einige Fälle vorkommen, wo ein Salz A sich in der gesättigten Auflösung des Salzes B klar und ohne Absonderung auflöset, während das Salz B in der gesättigten Auflösung des Salzes A, in derselben Temperatur, schon eine Neigung zur Doppelsalzbildung oder zur Umbildung hervorruft. Dies sind solche Fälle, welche den Uebergang der zu den beiden folgenden Classen zu zählenden Salze vermitteln. Zum Theil können die verschiedenen Erfolge allerdings wohl nur den Temperaturverhältnissen zugeschrieben werden, indeß ergiebt sich eben daraus, wie sehr der Erfolg des Heterogenwerdens der Flüssigkeit von anscheinend unbedeutenden Ursachen abhängig ist.

Kochsalz und Ammoniaksalpeter. Wird Kochsalz in einer gesättigten Auflösung des Ammoniaksalpeters aufgelöset, so erfolgt die vollständige Sättigung der Flüssigkeit ganz klar und ohne alle Absonderung. Aus der gesättigten Auflösung schießt beim Verdunsten zuerst Kochsalz an. — Wird Ammoniaksalpeter, bei derselben Temperatur, in einer gesättigten Kochsalzauflösung aufgelöset, so erfolgt die Auflösung zuerst ganz klar, aber zuletzt findet eine Absonderung von Salmiak statt. Beim freiwilligen Verdunsten der gesättigten Auflösung bilden sich zuerst Krystalle von Salmiak, dann von Natronsalpeter und von Kochsalz. Dieser Erfolg ist um so merkwürdiger, als auch Natronsalpeter und Salmiak eine theilweise Zersetzung bei der gemeinschaftlichen Auflösung erfahren.

Bittersalz und Salmiak. In einer gesättigten Auflösung von Salmiak löset sich Bittersalz nur auf, indem die Krystalle desselben zu einem krystallinischen Pulver zerfallen. Wird die Auflösung dem frei-

willigen Verdunsten überlassen, so werden Krystalle aus Schwefelsäure, Bittererde und Ammoniak sehr reichlich gebildet. — Bei derselben Temperatur nimmt eine gesättigte Auflösung von Bittersalz den Salmiak nur träge und langsam auf, indem sich der Salmiak sogleich mit einer Rinde von kleinen Krystallen überzieht. Diese Rinde besteht aus dem eben erwähnten Doppelsalz, und durch sie wird die Auflösung verhindert.

Digestivsalz und Natronsalpeter. In einer gesättigten Auflösung von Natronsalpeter wird Digestivsalz bis zur völligen Sättigung ganz klar aufgelöset. — Eine gesättigte Auflösung von Digestivsalz scheint Natronsalpeter ganz klar und ohne Absonderung aufzulösen, allein es wird augenblicklich Kalisalpeter gebildet, der sich zuerst wieder auflöset, so daß die Auflösung ohne Absonderung zu erfolgen scheint. Schreitet die Auflösung weiter vor, so ist die Absonderung des Kalisalpeters sehr stark und es wird ein bedeutender Bodensatz von diesem Salze gebildet.

Natronsalpeter und Polychrestsalz. In einer gesättigten Auflösung von Polychrestsalz wird Natronsalpeter schnell und ganz klar, ohne alle Absonderung eines Salzes, aufgelöset. Die ganz gesättigte Auflösung besteht aus 51,07 Salz und 48,93 Wasser; oder 100 Wasser lösen 105,4 Salz auf, worin sich so viel Schwefelsäure befindet, als zur Bildung von 7,64 Polychrestsalz zureichen würde. — Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter löset Polychrestsalz zuerst in geringer Menge klar auf; dann wird die Flüssigkeit trübe, hellt sich aber beim Bewegen wieder auf. Bei fortschreitender Auflösung des Polychrestsalzes trübt sich die Flüssigkeit immer mehr; der Boden des Gefäßes sowohl, als die Krystalle des Polychrestsalzes bedecken sich mit einem aus Nadeln bestehenden Filz; auch bilden sich dabei schöne isolirte Prismen, so daß die Polychrestsalzkrystalle ganz in solche Nadeln von Kalisalpeter metamorphosirt zu sein scheinen. Prüft man nach einiger Zeit die Flüssigkeit, so findet sich darin so viel Schwefelsäure, als zur Bildung von 23,7 Polychrestsalz hinreichend sein würde. Dieser Gehalt an Schwefelsäure ist jedoch ein sehr unbestimmter, indem Natronsalpeter und Polychrestsalz sich wahrscheinlich nach längerer Zeit ganz in Kalisalpeter und Glaubersalz umbilden würden.

Kalisalpeter und Bittersalz. Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter löset Bittersalz schnell und klar auf. — In einer gesättigten Auflösung von Bittersalz wird Kalisalpeter außerordentlich träge

und langsam aufgelöset. Es setzen sich dabei an den Salpeterkrystallen hier und dort Krystalle von Polychrestsalz an.

Zinkvitriol und Glaubersalz. Eine gesättigte Auflösung von Zinkvitriol löset Glaubersalz träge und langsam, aber in bedeutender Menge, klar auf. Erst nach mehren Tagen setzen sich am Boden des Auflösungsgefäßes Krystalle von dem aus beiden Salzen bestehenden Doppelsalze ab. — In einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz wird Zinkvitriol rasch und in sehr großer Menge aufgelöset. Die Auflösung bleibt auch nach vielen Tagen ganz klar. Wird die Flüssigkeit der freiwilligen Verdunstung überlassen, so bildet sich bald das Doppelsalz. Erhitzt man sie aber stark und läßt sie dann plötzlich erkalten, so schießen Zinkvitriol und Glaubersalz an. Wird die Flüssigkeit in der erhöheten Temperatur fortdauernd abdunstend erhalten, so bildet sich das Doppelsalz.

Zinkvitriol und Bittersalz. Eine gesättigte Auflösung von Bittersalz löset Zinkvitriol langsam und klar auf. — In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol wird Bittersalz ebenfalls langsam und klar aufgelöset, und erst, nachdem die vollständige Sättigung der Auflösung eingetreten ist, beginnt die Absonderung des Doppelsalzes.

Kupfervitriol und Bittersalz. In einer gesättigten Auflösung von Bittersalz wird Kupfervitriol träge und in geringer Menge aufgelöset. Beim langsamen Verdunsten krystallisiren beide Salze fast gleichzeitig wieder aus der Flüssigkeit. — Eine gesättigte Auflösung von Kupfervitriol löset Bittersalz schnell und klar auf. Wenn die Auflösung des Bittersalzes beendigt zu sein scheint, so verwandeln sich die in der Flüssigkeit noch vorhandenen Bittersalzkrystalle in das Doppelsalz aus Kupfervitriol und Bittersalz. Die Flüssigkeit selbst bleibt dabei ganz klar. Die Bittersalzkrystalle verwandeln sich wahrscheinlich auf die Weise in das Doppelsalz, daß sie Kupfervitriol aus der Flüssigkeit aufnehmen und dagegen die mit dem Mischungsgewichte im Verhältniß stehende Quantität Bittersalz abgeben; wenigstens läßt sich durch mehr hinzugebrachte Bittersalzkrystalle der Kupfervitriol fast ganz herausbringen und in Doppelsalz umändern.

4. Salze, die bei ihrer gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser eine Absonderung durch schwerauflösliche Doppelsalze veranlassen.

Die in der vorigen Classe erwähnten Beispiele von Doppelsalzbildungen aus der gemeinschaftlichen Auflösung in Wasser würden auch

unter dieser Abtheilung aufzuführen gewesen sein, wenn sich die Bildungen unter allen Umständen entschieden aussprächen. Da dies nicht der Fall ist, so stehen jene Salze auf der Gränze beider Abtheilungen, und es sind hier nur die wenigen Beispiele aufzuführen, wo sich die Doppelsalzbildung, wegen der geringeren Auflöslichkeit des Salzes, bestimmter zu erkennen giebt. Uebrigens ist es einleuchtend, daß die Zusammensetzung der flüssigen Auflösung in den verschiedenen Stadien des Processes sehr verschieden sein muß, und daß daher diese, so wie die folgende Classe von Salzauflösungen, nicht eigentlich zum Zweck der vorliegenden Untersuchung gehört.

Kalisalpeter und Barytsalpeter. Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter nimmt zwar die ersten Antheile von Barytsalpeter klar auf, wenn aber die Bildung etwas vorgeschritten ist, so bilden sich zuerst am Boden des Gefäßes kleine Krystalle, welche auch sehr bald die Krystalle des Barytsalpeters bedecken. Diese Krystalle sind ein Doppelsalz aus 1 M. G. Kalisalpeter und 1 M. G. Barytsalpeter, denn sie bestehen aus 56,33 Barytsalpeter und 43,67 Kalisalpeter. Der in der Flüssigkeit befindliche Barytsalpeter wird ganz in dieses Doppelsalz umgeändert; die vollständige Umänderung ist indeß schwierig, weil das Doppelsalz die Barytsalpeterkrystalle wie eine dichte Rinde überzieht, so daß gewöhnlich ein unveränderter Kern zurückbleibt. Wird Barytsalpeter in hinreichender Menge der gesättigten Auflösung des Kalisalpeters hinzugefügt, so bleibt zuletzt und wenn alle Doppelsalzbildung und Auflösung von Barytsalpeter aufgehört hat, eine Flüssigkeit zurück, welche, bei einem specifischen Gewicht von 1,1239, aus 16,82 Salz und 83,18 Wasser besteht. 100 Wasser haben also 20,22 Salz aufgelöset, welche aus 6,91 Barytsalpeter und 13,31 Kalisalpeter besteht. In dieser nicht mehr gesättigten Flüssigkeit löset sich Kalisalpeter in großer Menge zuerst klar und dann mit Abänderung neuer Antheile von Doppelsalz auf. — In einer gesättigten Auflösung von Barytsalpeter lösen sich die ersten Antheile Kalisalpeter ganz klar auf, aber bald besetzt sich der Boden des Gefäßes und dann die Krystalle des Kalisalpeters mit kleinen Krystallen, in welche die Krystalle des Kalisalpeters ganz umgeändert zu werden scheinen. Diese Krystalle sind dasselbe Doppelsalz aus 1 M. G. Barytsalpeter und 1 M. G. Kalisalpeter. Nach vollständig beendigter Doppelsalzbildung bleibt eine Flüssigkeit zurück, welche, bei einem specifischen Gewicht von 1,1675, 23,09 Salz und 76,91 Wasser besteht. 100 Wasser lösen also 30,03 Salz

auf, welches aus 29,03 Kalisalpeter und 1 Barytsalpeter zusammengesetzt ist. Gesättigte Auflösungen von Barytsalpeter und von Kalisalpeter bleiben klar und ungetrübt, in welchen Verhältnissen sie auch zusammengegossen werden mögen.

Polychrestsalz und Zinkvitriol. Eine gesättigte Auflösung von Polychrestsalz löset Zinkvitriol äußerst rasch, aber nur unter gleichzeitiger Bildung eines Doppelsalzes, auf. Dies Doppelsalz entsteht plötzlich in mehlförmig pulvriger Gestalt. — In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol werden die Krystalle von Polychrestsalz langsam in das Doppelsalz aus beiden Salzen umgeändert.

Polychrestsalz und Kupfervitriol. Eine gesättigte Auflösung von Polychrestsalz löset Kupfervitriol ziemlich bald, aber unter Bildung eines Doppelsalzes, auf. — In einer gesättigten Auflösung von Kupfervitriol scheinen die Krystalle von Polychrestsalz langsam in das Doppelsalz aus beiden Salzen umgeändert zu werden.

Kupfervitriol und Zinkvitriol. In einer gesättigten Auflösung von Kupfervitriol löset sich Zinkvitriol in großer Menge zuerst klar auf; gegen das Ende der Auflösung verwandeln sich die Krystalle des Zinkvitriols nach und nach in das Doppelsalz aus beiden Salzen, wobei ein Theil des Zinkvitriols von der Flüssigkeit aufgenommen und ein anderer Theil in das Doppelsalz umgeändert wird. — In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol löset sich Kupfervitriol außerordentlich langsam auf, und während dieser trägen Auflösung verwandeln sich die Krystalle des Kupfervitriols ganz in das Doppelsalz aus Zinkvitriol und Kupfervitriol.

5. Salze, die bei ihrer gemeinschaftlichen Auflösung in Wasser eine Absonderung durch Umbildung veranlassen.

Es ist nicht die Absicht ein Verzeichniß von Salzen mitzutheilen, welche, bei ihrer gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser, durch die sogenannte Zersetzung, eine Absonderung aus der Flüssigkeit veranlassen, sondern es soll hier nur gelegentlich der weniger bekannten und für den Analytiker weniger interessanten Fälle gedacht werden, wo das Heterogenwerden der Auflösung noch weniger vollständig sich zu erkennen giebt.

Kochsalz und Zinkvitriol. In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol löset sich Kochsalz schnell, jedoch nur unter Bildung eines Doppelsalzes aus Schwefelsäure, Natron und Zinkoxyd auf, welches

sich am Boden des Gefäßes sowohl, als an den Kochsalzkrystallen absetzt, so daß die letzteren ganz darin verwandelt werden. — Eine gesättigte Auflösung von Kochsalz löset Zinkvitriol zuerst in bedeutender Menge ganz klar auf. Wenn die Auflösung fast beendigt ist, setzt sich am Boden des Auflösungsgefäßes Glaubersalz ab; das Doppelsalz, aus Zinkvitriol und Glaubersalz, bildet sich aber nicht, sondern es entsteht erst dann, wenn die Flüssigkeit langsam verdunstet.

Natronsalpeter und Salmiak. In einer gesättigten Auflösung von Salmiak löset sich Natronsalpeter in großer Menge und zuerst ungemein rasch, dann immer langsamer, ohne alle Absonderung auf. Erst gegen das Ende der Auflösung sondert sich Kochsalz ab, und es scheint fast ein Verhalten einzutreten, wie zwischen einer gesättigten Kochsalzauflösung und Natronsalpeter. Die Flüssigkeit giebt beim Verdunsten Krystalle von Kochsalz, Natronsalpeter, Ammoniaksalpeter und Salmiak. — In einer gesättigten Auflösung von Natronsalpeter löset sich auch Salmiak zuerst ganz klar und ohne Absonderung, jedoch nur langsam, auf, denn bald sondern sich, bei der vorschreitenden Auflösung des Salmiaks, Krystalle von Kochsalz ab, so daß sie sich wie eine Kochsalzauflösung zu verhalten scheint, in welche Salmiak gebracht wird.

Salmiak und Kupfervitriol. In einer gesättigten Auflösung des Salmiaks lösen sich Krystalle von Kupfervitriol nur sehr träge auf und bedecken sich mit einem weißen Pulver, welches ein Doppelsalz aus Kupfervitriol und schwefelsaurem Ammoniak ist. — In einer gesättigten Auflösung von Kupfervitriol löset sich Salmiak zuerst ganz klar auf, dann aber nur unter Bildung von kleinen Krystallen, in welche der Salmiak ganz umgewandelt zu werden scheint. Diese Krystalle sind das schwefelsaure Doppelsalz aus Ammoniak und Kupferoxyd, dessen Bildung bei fortgesetzten Zusätzen von Salmiak so lange fortdauert, als die Flüssigkeit noch Schwefelsäure enthält.

Salmiak und Zinkvitriol. In einer gesättigten Auflösung von Salmiak löset sich Zinkvitriol träge und langsam auf, mit Hinterlassung eines Doppelsalzes aus Schwefelsäure, Ammoniak und Zinkoxyd. — In einer gesättigten Auflösung von Zinkvitriol bedeckt sich der Salmiak sogleich mit einem mehlartigen Ueberzuge, der sich in ein krystallinisches Doppelsalz aus schwefelsaurem Ammoniak und Zinkvitriol umändert. Aus dem Salmiak steigen Strahlen in der Flüssigkeit auf, die ganz aus dem Doppelsalz bestehen.

Natronsalpeter und Kupfervitriol. Eine gesättigte Auflö-

sung von Kupfervitriol löset sehr viel Natronsalpeter zuerst ganz klar auf; dann aber bilden sich Krystalle am Boden des Gefäßes und überziehen auch die Krystalle des sich auflösenden Natronsalpeters. Bringt man mehr Natronsalpeter hinzu, so schreitet auch die Bildung des Doppelsalzes immer fort. — In einer gesättigten Auflösung des Natronsalpeters löset sich Kupfervitriol nur sehr langsam auf, indem die Flüssigkeit trübe wird und die Wände des Gefäßes, so wie die Krystalle des Kupfervitriols, sich mit einem weißen Staube von Doppelsalz bedecken.

Natronsalpeter und salzsaurer Baryt. Eine gesättigte Auflösung von salzsaurem Baryt löset Natronsalpeter mit einer großen Heftigkeit auf und zerfällt fast zu einem Pulver von Barytsalpeteter. — In einer gesättigten Auflösung von Natronsalpeter wird salzsaurer Baryt nur höchst langsam aufgelöset, und nur unter Bedeckung der salzsauren Barytkrystalle mit kleinen Krystallen von Barytsalpeter, worin der salzsaure Baryt ganz umgewandelt wird, so daß größere Krystalle von demselben nach einiger Zeit als Barytsalpeter aus der Flüssigkeit herausgenommen werden können.

Kalisalpeter und Glaubersalz. In einer gesättigten Auflösung von Kalisalpeter wird das Glaubersalz durchaus klar und ohne alle Absonderung von Krystallen aufgelöset. Erst nach Verlauf von etwa einer Stunde sondern sich aus der Flüssigkeit Krystalle von Polychrestsalz ab. — Eine gesättigte Auflösung von Glaubersalz löset Kalisalpeter ganz klar, bis zur völligen Sättigung, auf. In der gesättigten Auflösung bilden sich erst nach Verlauf von einigen Stunden Krystalle von Polychrestsalz am Boden des Gefäßes.

Kalisalpeter und Kupfervitriol. — In einer gesättigten Auflösung von Kupfervitriol löset sich Kalisalpeter nur unter Bildung eines Doppelsalzes auf, welches anfänglich zwar theilweise wieder aufgelöset wird, dann aber unaufgelöset bleibt, so daß die Salpeterkrystalle in dieses Doppelsalz umgewandelt zu werden scheinen. — Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter löset Kupfervitriol nur langsam und bei ganz klar bleibender Flüssigkeit auf; allein die Krystalle besetzen sich mit einem weißen krystallinischen Ueberzug, welcher aus dem Doppelsalz besteht, das später in völlig ausgebildeten Krystallen den Kupfervitriol bedeckt.

Kalisalpeter und Zinkvitriol. In einer gesätttigten Auflösung von Kalisalpeter wird Zinkvitriol nur unter Bildung des Doppelsalzes aufgelöset, welches sogleich den Boden des Gefäßes bedeckt. —

Eine gesätligte Auflösung von Zinkvitriol löset Kalisalpeter nur unter Bildung des Doppelsalzes auf, welches die Salpeterkrystalle sogleich in kleinen Krystallen überzieht. Die Salpeterkrystalle behalten zwar scheinbar ihre Form, verwandeln sich aber ganz in ein Aggregat von Doppelsalzkrystallen.

Kalisalpeter und salzsaurer Baryt. Eine gesättigte Auflösung von salzsaurem Baryt löset Kalisalpeter nur auf, indem sich die Krystalle desselben in Krystalle von Barytsalpeter umzuändern scheinen. — Eine gesättigte Auflösung von Kalisalpeter löset salzsauren Baryt rasch auf, aber nur unter fortwährender Bildung von Barytsalpeter, dessen Krystalle sich an den sich auflösenden Krystallen von salzsaurem Baryt festsetzen.

Digestivsalz und Bittersalz. In einer gesättigten Auflösung von Bittersalz verwandelt sich das Digestivsalz langsam in Polychrestsalz. — Eine gesättigte Auflösung von Digestivsalz löset Bittersalz schnell und in beträchtlicher Menge auf; allein es bildet sich gleichzeitig Polychrestsalz am Boden des Auflösungsgefäßes.

Digestivsalz und Glaubersalz. In einer gesättigten Auflösung von Glaubersalz wird Digestivsalz nur unter gleichzeitiger Bildung von Polychrestsalz aufgelöset. — Eine gesättigte Auflösung von Digestivsalz löset Glaubersalz schnell und in Menge auf, wobei sich aber Krystalle von Polychrestsalz am Boden des Gefäßes absetzen.

Digestivsalz und Ammoniaksalpeter. In einer gesättigten Auflösung von Digestivsalz wird Ammoniaksalpeter nur unter Bildung und Absonderung von Salmiak aufgelöset. — Eine gesättigte Auflösung von Ammoniaksalpeter löset Digestivsalz nur auf, indem sich Salmiak und Kalisalpeter bilden und aussondern.

Diese Erfolge zeigen, daß sich bei der gemeinschaftlichen Auflösung zweier Salze im Wasser immer Flüssigkeiten nach bestimmten Verhältnissen der Mischung, für jede gegebene Temperatur, zu bilden streben, und daß die Gleichartigkeit der flüssigen Verbindung nur gestört wird, wenn sich schwerauflösliche Verbindungen absondern können. Wenn man sieht, in welcher Weise die gleichartige Zusammensetzung einer flüssigen Mischung, worin sich zwei Salze aufgelöset befinden, durch das eigenthümliche Verhalten der Salze erhalten wird, so läßt sich nicht mehr daran zweifeln, daß die Zusammensetzung der flüssigen Auflösung nach bestimmten und unabän-

derlichen Verhältnissen für die gegebene Temperatur, eine Wirkung der chemischen Verbindungskraft ist, und daß das Heterogenwerden dieser Mischungen einer Kraft zugeschrieben werden muß, welche der Verbindungskraft entgegenwirkt. Es läßt sich dann aber auch nicht mehr zweifeln, daß dieselben Gesetze, durch welche die Gleichartigkeit der flüssigen Mischungen bei zwei Salzen aufrecht erhalten wird, bei drei und mehr Salzen ebenfalls Anwendung finden werden. Bei den Salzen, die sich aus der Auflösung in Wasser wechselseitig absondern, um eine Flüssigkeit von bestimmter Zusammensetzung für eine bestimmte Temperatur zu bilden, überzeugt man sich sehr bald von der Gültigkeit des Gesetzes für mehr als zwei Salze. Wird in einer gesättigten Auflösung von Kochsalz und Salmiak noch Digestivsalz aufgelöset, so werden zugleich Salmiak und Kochsalz theilweise abgesondert. Aus einer gesättigten Auflösung von Digestivsalz und Salmiak sondert Kochsalz beim Auflösen einen Theil des Salmiaks und des Digestivsalzes ab, so daß für die gleich bleibende Zusammensetzung der Flüssigkeit bei drei Salzen eben so gut gesorgt ist, als bei den Auflösungen von nur zwei Salzen. Eine gesättigte Auflösung von diesen Salzen muß also für jede bestimmte Temperatur immer dieselbe Zusammensetzung haben. Auch bei den Salzen mit einseitiger Absonderung und ohne Absonderung wendet die Natur bei mehren Salzen dieselben Mittel an, die gleichbleibende Zusammensetzung der flüssigen Auflösungen aufrecht zu erhalten, als es bei nur zwei Salzen der Fall ist. Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter und Kalisalpeter löset noch Bleisalpeter auf, ohne alle Absonderung eines Salzes; aber die Auflösung ist nicht gesättigt. Die Flüssigkeit besteht nämlich aus 64,05 Salz und 35,95 Wasser; oder 100 Wasser lösen auf 178,13 Salz, welches (nach der Berechnung) aus 134,38 Kalisalpeter und Natronsalpeter und aus 43,75 Bleisalpeter besteht. Wird dagegen ein Gemenge von Kalisalpeter, Natronsalpeter und Bleisalpeter bis zur völligen Sättigung in reinem Wasser aufgelöset, so erhält man bei derselben Temperatur eine aus 65,77 Salz und 34,23 Wasser zusammengesetzte Flüssigkeit. 100 Wasser lösen dann 192,47 Salz auf, welches aus 53,24 Bleisalpeter und aus 139,23 Kalisalpeter und Natronsalpeter zusammengesetzt ist. Eine gesättigte Auflösung von Natronsalpeter und Bleisalpeter löset Kalisalpeter ohne alle Absonderung eines Salzes auf, ohne daß die Flüssigkeit gesättigt

wäre. Eben so wenig ist die Flüssigkeit gesättigt, welche aus der Auflösung des Natronsalpeters in einer gesättigten Auflösung von Kalisalpeter und Bleisalpeter erhalten wird, obgleich dabei ein Theil des aufgelösten Bleisalpeters in ähnlicher Art ausgesondert wird, als wenn die Auflösung des Natronsalpeters in einer gesättigten Auflösung des Bleisalpeters erfolgte. Die Salze geben also bei der Auflösung im Wasser, bei gleichen Temperaturen, vier verschiedene Sättigungsstufen, mit eben so viel verschiedenen, aber bestimmten und unabänderlichen Verhältnissen der Mischung, je nachdem sie gemeinschaftlich, oder das eine in die gesättigte Auflösung von je zwei der beiden anderen aufgelöset wird. Bei mehr als drei Salzen, die in einer gemeinschaftlichen Auflösung im Wasser, ohne Absonderung durch Doppelsalzbildungen oder durch Bildung neuer Arten, mit einander bestehen können, werden die Combinationen noch ungleich größer, und es leuchtet ein, daß es bei mehr als drei Salzen eine große Anzahl von Sättigungsstufen geben muß, die sämmtlich einem bestimmten Gesetz unterworfen sind *). Durch diese nothwendige Verschiedenheit der Verbindungsverhältnisse derselben Salze in ihren verschiedenartigen gesättigten Verbindungen mit Wasser, konnte man, ohne Kenntniß der Gesetze, von welchen jene Verbindungsverhältnisse abhängig sind, nur zu der Ansicht gelangen, daß bei den Auflösungen der Salze im Wasser kein bestimmtes Gesetz obwalte, und daß die Salze fähig wären, sich in allen Verhältnissen gemeinschaftlich im Wasser aufzulösen, in so fern nur nicht das eine Salz durch das andere zersetzt und eine neue Salzverbindung aus der wässrigen Auflösung ausgeschieden werde. Alle gesättigten Auflösungen von zwei oder mehr Salzen im Wasser, sind aber eigenthümliche und nach festem und unabänderlichem Gesetz zusammengesetzte chemische Verbindungen, deren Zusammensetzung nach der Temperatur veränderlich ist, und alle Salze, ohne irgend eine Ausnahme, welche in einer gemeinschaftlichen Auflösung neben einander bestehen können, müssen bei derselben Temperatur in einer gesättigten Auflösung stets in derselben Quantität und in demselben Verhältniß zu ein-

---

*) Vier Salze a, b, c, d, geben acht Combinationen, nämlich abcd (die eigentliche Sättigungscombination), d in abc, c in abd, b in acd, a in bcd, ferner ab in cd, ac in bd, ad in bc.

ander vorhanden sein, in so fern alle Salze vollständig an der Sättigung der Auflösung Antheil genommen haben. Dies Verhalten der Salze in ihren wässrigen Auflösungen entfernt aber zugleich alle Vorstellungen von schon vorhandenen fertigen Salzatomen in der flüssigen Mischung; es weiset auf die homogene Natur der letzteren hin, deren Heterogenwerden durch eine Kraft veranlaßt wird, welche, von chemischen Verhältnissen unabhängig, in der bildenden Thätigkeit der entstehenden neuen Art selbst zu suchen ist.

VI.

Auflösungszustände.

Nach der Vorstellung über die mechanische Zusammensetzung der Körper aus Atomen, ist die stetige Erfüllung des endlichen Raumes durch keine Mischung irgend einer Art zu gestatten. Das verschiedenartige Verhalten flüssiger Mischungen, die sich im Zustande der Neutralität befinden, oder bei denen der eine Bestandtheil im Uebermaaß vorhanden ist, wird, weil in beiden Fällen die starren Körper als schon in der Flüssigkeit gebildet vorhanden betrachtet werden, durch die verschiedene Stellung und Lage der Atome gegen einander erklärt. Es sind indeß weniger die bestimmten oder unbestimmten Verbindungsverhältnisse in einer flüssigen Mischung, — denn bei jeder in einer bestimmten Temperatur gesättigten Auflösung eines Salzes in Wasser zeigt sich ja ein festes und unveränderliches Verhältniß des Salzes zum Wasser, — sondern es sind Verhältnisse anderer Art, welche Veranlassung gegeben haben, bei den flüssigen Mischungen zwischen einer chemischen Verbindung (combinaison) und einer einfachen Auflösung (dissolution) einen Unterschied zu machen. Sind

Gründe zu einer solchen Unterscheidung vorhanden, so würde der dynamischen Ansicht, welche in allen Fällen bei einer gleichartigen Beschaffenheit der Mischung eine Continuität der Flüssigkeit voraussetzt, der Vorwurf zu machen sein, daß sie über das verschiedenartige Verhalten der Mischung, welches sich durch eine verschiedene Gruppirung der Atome leicht und einfach construiren läßt, keinen Aufschluß zu geben im Stande sei. Lassen sich auch, selbst im atomistischen Sinne, die Gränzen zwischen chemischen Verbindungen und Auflösungen nicht feststellen, so bleibt es wenigstens gewiß, daß ganze Klassen von flüssigen Mischungen ein anderes Verhalten zeigen als andere, und daß der empirische Unterschied zwischen Auflösung und chemischer Verbindung nicht weggeläugnet werden kann. Diese Verschiedenheit des Verhaltens der flüssigen Mischungen der einen und der andern Art, während ihrer Bildung und während ihres Bestehens, giebt sich auf mehrfache Weise zu erkennen.

1) Durch Wärmephänomene während des Auflösungsprozesses. Bei allen chemischen Verbindungen der Körper mit einander findet eine Erhöhung der Temperatur statt, wogegen bei der einfachen Auflösung eines Körpers im Wasser oder auch in seinem im Uebermaaß vorhandenen Auflösungsmittel, vielleicht nur mit wenigen Ausnahmen, ein Sinken der Temperatur veranlaßt, also Kälte erzeugt wird. Dies verschiedenartige Verhalten zwischen chemischen Verbindungen und einfachen Auflösungen ist um so merkwürdiger, als in der Regel das specifische Gewicht der Auflösungen größer ist, als

es nach den specifischen Gewichten der zur Auflösung angewendeten Körper sein sollte, so daß durch die Verdichtung, nach dem gewöhnlichen Sprachgebrauch, nicht Wärme gebunden, sondern entwickelt werden müßte. Es ist kein Salz bekannt, bei dessen Auflösung in Wasser kein Sinken der Temperatur statt fände, und es giebt wenig Salze, deren Auflösungen im Wasser nicht ein größeres specifisches Gewicht besäßen, als ihnen nach der Berechnung zukommt. Nur der Salmiak, vielleicht auch die übrigen ammoniakalischen Salze, machen von jener Regel eine Ausnahme, indem das mittlere specifische Gewicht ihrer wässerigen Auflösungen kleiner ist, als es nach der Berechnung sein sollte. Daß die Temperatur beim Auflösen der ammoniakalischen Salze in Wasser sinkt, ist daher ganz in der Ordnung, aber es läßt sich nicht einsehen, warum Kälte entsteht, wenn Salze in Wasser aufgelöst werden, deren Auflösungen ein specifisches Gewicht besitzen, welches das berechnete mittlere specifische Gewicht bedeutend überschreitet. 15 Gewichtstheile Kalisalpeter, bei einer Temperatur von 15° Reaum. in 60 Theilen Wasser aufgelöst, verursachen eine fünfmal größere Depression des Thermometers als dieselben Quantitäten Kochsalz und Wasser. Die wässerigen Auflösungen beider Salze zeigen eine ansehnliche Verdichtung, welche bei der des Kochsalzes größer ist als bei der Auflösung des Kalisalpeters in Wasser, woraus sich zwar die größere Kälteerzeugung bei diesem als bei jenem Salz, aber nicht die Ursache der Temperaturverminderung überhaupt erklären läßt. Es ist nicht zu bezweifeln, daß diese Wärme-

phänomene, bei einer gründlicheren Kenntniß der specifischen Wärme des Wassers, der verschiedenen Salzarten und deren wässerigen Auflösungen, ihre vollständige Erklärung finden werden, indeß soll hier nicht auf den Grund des Verhaltens, sondern auf das verschiedenartige Verhalten selbst, nämlich auf die Temperaturerhöhung bei den chemischen Verbindungen und auf die Verminderung der Temperatur bei den einfachen Auflösungen hingedeutet werden. Alle Salze mit Krystallwasser, welche an der Luft einen Theil desselben durch sogenannte Verwitterung verloren haben, erhitzen sich mit Wasser, und erzeugen beim Auflösen keine Kälte, weil die Verbindung des Salzes mit so viel Wasser, als zum Ersatz des durch Verwitterung verlorenen Krystallwassers und zur Wiedererzeugung einer bestimmten Art erforderlich ist, nicht als eine Auflösung, sondern als eine wirkliche chemische Verbindung betrachtet wird.

2) Durch den Einfluß der Temperatur, oder auch zuweilen (bei der Vereinigung gasartiger Substanzen mit einander oder mit flüssigen und starren Körpern) des äußern Drucks, auf die Quantitätsverhältnisse der Mischung. Bei einer einfachen Auflösung ist das Verhältniß des auflösenden zu dem aufzulösenden Körper ganz abhängig von der Temperatur. Bei einer wirklichen chemischen Verbindung haben Temperatur und Druck keinen Einfluß auf das Verbindungsverhältniß, indem die Körper sich nur in einem einzigen bestimmten Verhältniß vereinigen, oder, wenn mehre Verbindungsstufen vorkommen, das Mischungsverhältniß immer von

der Art ist, daß der aufzulösende Körper in der doppelten, dreifachen Menge, oder in irgend einem andern bestimmten Verhältniß zu dem als Einheit erkannten Grundverhältniß, von dem auflösenden Körper aufgenommen wird. Bei der einfachen Auflösung erfolgt die Verbindung der Körper nicht sprung- oder stufenweise, sondern die Temperatur und andere äußere Einflüsse bestimmen das Verhältniß des aufzulösenden Körpers zu seinem Auflösungsmittel in der flüssigen Mischung. Eine gewisse Quantität Schwefelsäure löst in der Frostkälte nicht mehr oder weniger Zink auf, als in der Siedhitze des Wassers, und nach vollbrachter Auflösung läßt sich immer nur dieselbe Quantität Zinkvitriol aus der Mischung darstellen. Die Menge des Zinkvitriols, so wie die eines jeden andern Salzes, welche vom Wasser oder von einem andern Auflösungsmittel aufgenommen wird, hängt allein von der Temperatur ab, und es giebt daher eben so viele Sättigungsgrade als sich Temperaturdifferenzen denken lassen.

3) Durch das Verhalten der flüssigen Mischungen zu einem dritten Körper. Bei einer wirklichen chemischen Verbindung kann sich das Auflösungsmittel, wenn es die Sättigungsstufe mit einem Körper erreicht hat, nicht noch mit einem dritten Körper verbinden, oder doch nur in dem Fall, wenn von dem zuerst aufgelösten Körper eine den Mischungsgewichten entsprechende Quantität aus der Mischung wieder abgesondert wird. Bei der gewöhnlichen Auflösung vermag das Auflösungsmittel, wenn es mit dem Körper a in einer

stimmten Temperatur gesättigt ist, häufig noch gewisse Quantitäten von den Körpern b, c, d, ... in derselben Temperatur aufzunehmen, ohne daß dadurch die Verbindung mit dem Körper a aufgehoben werden dürfte.

4) Durch den verschiedenartigen Einfluß der Wärme auf die schon gebildeten flüssigen Mischungen. Wenn sich nämlich das Auflösungsmittel in der gewöhnlichen, oder auch in einer etwas erhöheten Temperatur verflüchtigen läßt, so wird das Verhältniß desselben zu dem aufgelösten Körper ununterbrochen vermindert, ohne daß dadurch die Natur des letztern, sobald er aus der flüssigen Mischung als eine besondere Art dargestellt wird, verändert würde. Die Verminderung findet ihre Gränze erst dann, wenn der Punkt erreicht ist, wo das Verhältniß des Auflösungsmittels nicht weiter abnehmen kann, ohne den aufgelösten Körper selbst zu zerstören oder seine Natur zu verändern. Was hier als Wirkung der Wärme erscheint, kann in manchen Fällen durch einen Zusatz eines Körpers zu der flüssigen Mischung bewirkt werden, wenn der zuzusetzende Körper die Fähigkeit besitzt, das Heterogenwerden der Mischung in der Art zu bewirken, daß er sich mit einem Theil des Auflösungsmittels verbindet, und dadurch die bildende Thätigkeit des aufgelösten Körpers dergestalt hervorruft, daß dieser wieder als eine besondere Art ausgesondert wird. Aus der wässerigen Auflösung kann durch Zusatz von Alkohol, von concentrirter Schwefelsäure oder von anderen Substanzen, welche eine große Verbindungsfähigkeit mit dem Wasser zeigen, ein Theil des aufgelösten Salzes niedergeschlagen werden, aber die Wirkung

erstreckt sich nicht weiter als auf diese Absonderung, denn auf das Salz selbst hat der hinzugefügte Körper keinen Einfluß.

Man mag sich über den Zustand, in welchem sich der aufgelöste Körper und sein Auflösungsmittel in der flüssigen Mischung befinden, eine Vorstellung machen, welche man will, so muß doch zugestanden werden, daß die Mischungen, sowohl bei ihrem Entstehen als bei ihrem Bestehen und bei ihrer Zerstörung, ein so abweichendes Verhalten zeigen, daß der Zustand der Verbindung als ein wesentlich verschiedener betrachtet werden muß, und daß der Unterschied zwischen Auflösung und chemischer Verbindung ganz gerechtfertigt erscheint. Vielleicht giebt es, um diesen Unterschied deutlich einzusehen, kein auffallenderes Beispiel als das Verhalten, welches die Schwefelsäure und die schwefelichte Säure, beide mit Wasser verbunden, beim Zusammengießen in bestimmten Verhältnissen darbieten. 5 Theile Schwefelsäure und 4 Theile schwefelichte Säure enthalten den Schwefel und den Sauerstoff in denselben Verhältnissen, wie sie in der Unterschwefelsäure aufgefunden sind. Die Mischung von beiden Säuren ist vollkommen homogen, und der Dynamiker ist genöthigt, eine chemische Durchdringung der in der Mischung befindlichen Körper in derselben Art einzuräumen, wie er dieselbe bei jeder Auflösung, wie etwa bei der eines Salzes in Wasser, in Anspruch nimmt. Die Mischung verhält sich aber durchaus nicht wie Unterschwefelsäure, denn wenn sie mit einer Base versetzt wird, die zu beiden Säuren eine Verbindungsfähigkeit besitzt, so erhält man kein unterschwefelsaures, sondern ein Gemenge von schwe-

felsaurem und schwefelichtsaurem Salz. Für die Atomenlehre ist dieses Verhalten ein Beweis für die von ihr vorausgesetzte Gruppirung der Schwefel- und der Sauerstoffatome zu Schwefelsäure und zu schwefelichter Säure, die durch das Zusammengießen beider Säuren nicht verändert wird.

Das Verhalten der flüssigen Mischungen, von denen sich nicht erweisen läßt, daß sie sich im Zustande eines bloßen Gemenges befinden, führt zu der Ansicht, daß es nicht genügt, die Beschaffenheit einer Mischung nach dem Verbindungsverhältniß allein zu beurtheilen, sondern daß nothwendig auch die Intensität der Verbindung, der Grad der Verdichtung, den die Körper bei ihrer Vereinigung wechselseitig erfahren, berücksichtigt werden muß. Bei jeder chemischen Verbindung werden das Verbindungsverhältniß und der Verdichtungszustand der Mischung für deren Natur und Beschaffenheit entscheidend sein. Man könnte lockere und innigere Verbindungen unterscheiden, um durch den Namen schon den Grad der Verdichtung der Materie in der Mischung anzudeuten. Je lockerer die Vereinigung, desto leichter wird sie auch wieder aufgehoben werden. Die lockersten Verbindungen sind wahrscheinlich die Verbindungen der Gasarten, die sich nicht oder nur wenig verdichten. Ein Beispiel von einer solchen Verbindung bietet die atmosphärische Luft dar. Man kennt nicht die Mittel, welche die Natur anwendet, um das Verhältniß des Sauerstoffgases zum Stickgase auf eine wunderbar überraschende Weise in der Atmosphäre aufrecht zu erhalten. So locker die Verbindung der beiden Gasarten auch

sein mag, so ist das Verbindungsverhältniß doch wahrscheinlich schon genügend, um die Absonderung des einen, oder die Aufnahme des anderen Bestandtheils befördern und erleichtern zu helfen, wenn einer über den andern durch irgend einen Prozeß der Natur ein Uebergewicht erhalten sollte. Beide Gasarten erhalten sich wechselseitig etwa in derselben Art im Gleichgewicht, wie zwei Salze, die bis zur Sättigung im Wasser aufgelöst sind, und von denen das eine durch das andere verhindert wird, sich in derjenigen Menge mit dem Wasser zu verbinden, wie es ohne die Gegenwart des andern Salzes geschehen sein würde; oder wie zwei Salze, die sich wechselseitig aus der Auflösung im Wasser niederschlagen, um unverändert dieselben Verhältnisse in der Auflösung festzuhalten, die ihnen für einen bestimmten Grad der Temperatur zukommen.

Etwas inniger als die Verbindungen von Gasarten, welche durch die sogenannte Diffusion derselben entstehen, mögen diejenigen Verbindungen sein, welche bei den Absorptionsphänomenen erhalten werden. Diese Verbindungen tragen schon mehr den Charakter der chemischen Vereinigung an sich, indem bei der Absorption der Gasarten durch Flüssigkeiten oder durch poröse Körper, Wärme entwickelt wird und das Maximum der Gasarten nachgewiesen werden kann, welches sich durch Absorption mit den flüssigen oder mit den porösen starren Körpern verbindet. Man weiß sogar, daß das eine Gas durch das andere theilweise ausgetrieben wird, wobei sich kein Vorzug des einen Gases vor dem andern weiter gel-

tend macht, als derjenige, welcher aus den Verbindungsverhältnissen selbst entspringt. Von dem, was man nähere oder entferntere Verwandtschaft genannt hat, zeigt sich bei diesen Verbindungen nichts, sondern die Gasarten verdrängen sich wechselsweise und setzen sich in ein Gleichgewicht, genau so, wie sich einige Salze wechselseitig aus der wässerigen Auflösung so lange verdrängen, bis sie das für eine bestimmte Temperatur ihnen zustehende Gleichgewicht in der flüssigen Mischung erreicht haben. Durch geringe Temperaturerhöhung werden diese lockeren Verbindungen in der Regel schon wieder aufgehoben.

Daß auch bei der Auflösung der Salze im Wasser, oder in dem im Uebermaaß vorhandenen Auflösungsmittel, oder in irgend einer andern Flüssigkeit, zu welcher die Salze eine Verbindungsfähigkeit besitzen, eine bedeutende Verdichtung des auflösenden und des aufzulösenden Körpers nicht erfolge, ergiebt sich aus der Wärmeapsorbtion, die mit dem Auflösungsproceß verbunden ist. Auch diese flüssigen Mischungen müssen daher als lockere Verbindungen betrachtet werden, und es kann nicht befremden, daß die Verbindung durch Verdampfen des im Uebermaaß vorhandenen Auflösungsmittels, oder durch Hinzubringen eines andern Körpers, welcher sich mit dem Auflösungsmittel vereinigt, wieder aufgehoben wird *). Dennoch ist

*) Es ist in der That nur eine reine Verwöhnung und Mangel an Nachdenken, wenn man voraussetzt, daß in den wäßrigen flüssigen Mischungen, oder auch in den starren Körpern, welche eine bestimmte Art bilden, und in deren Mischung Wasser angetroffen wird, dies

der Verbindungszustand innig genug, um zu bewirken, daß sich das Auflösungsmittel zwischen dem aufgelösten Salz und dem hinzugefügten Körper theilt, so daß es niemals gelingt,

---

letztere in dem Zustände des Wassers oder des Eises vorhanden sei. Durch welche Gründe glaubt man sich überzeugen zu können, daß diese Annahme die richtige sei? Hat es nicht seine Natur in einem ungleich höheren Grade verändert, als durch die bloße Aenderung seines Kohäsionszustandes? Ist es überhaupt wahrscheinlich, daß die Veränderung seiner ganzen Natur in dieser Verbindung dieselbe sei, als in jener? Ist es dem Verstande begreiflicher, Wasser dort finden zu sollen, wo es nicht ist und erst unter gewissen Bedingungen wieder entsteht, als anzunehmen, daß aus der chemischen Vereinigung ein neuer Körper hervorgegangen sei, dessen Bestandtheile sich durch einen bestimmten chemischen Prozeß zwar wieder erzeugen lassen, die aber im Körper nicht vorhanden sind? Besitzt das Wasser, worin sich ein Salz aufgelöst befindet, wirklich noch die Eigenschaften des Wassers? Daß aus einer Salzauflösung Wasserdämpfe gebildet werden, die sich zu Wasser verdichten lassen, beweist eben so wenig die unveränderte Natur des Wassers in der Salzauflösung, als man aus dem Zerfallen oder Verwittern der Salze mit sogenanntem Krystallwasser, an der trocknen, warmen Luft, den Beweis hernehmen kann, daß jene Salze in ihrem unveränderten Zustande Wasser oder Eis enthalten. Wir erstaunen über die ungeheuere Kraft, welche erforderlich ist, um das Wasser nur um einige Tausendtheile seines Volumens zusammen zu drücken, — über eine Kraft, die dem Drucke von mehr als hundert Atmosphären gleichkommen muß, — aber kaum erregt es unsere Aufmerksamkeit, daß wir das Wasser in einem zehnmal höheren Grade täglich in unseren Küchen, durch den Zusatz von einigen Procenten Kochsalz zusammendrücken, daß also einige Salzkörner im Wasser aufgelöst eine Wirkung hervorbringen, welche die Wirkung eines Druckes von tausend Atmosphären zu übertreffen vermag. Und diese Wirkung glaubt man durch das Zusammendrängen der Wasser- und Salz-Atome erklären zu können. Es ist zwar mehr als wahrscheinlich, daß die Verdichtung der Materie durch chemische Einwirkung in einer andern Art erfolgt, als durch mechanische Kräfte,

durch vergrößerte Zusätze des letztern, das aufgelöste Salz ganz abzusondern. Aus einer wässerigen Auflösung von Kochsalz schlägt absoluter Alkohol in einer bestimmten Temperatur im=

---

durch deren Wirkung dem Verstande das Verhältniß zwischen den kaum mit einander vergleichbaren Wirkungen beider Arten von Kräften überhaupt nur begreiflich werden kann; aber was berechtigt uns, bei gleich bleibender Temperatur und gleichbleibendem Druck, die Möglichkeit eines verschiedenen Dichtigkeitszustandes eines und desselben Körpers anzunehmen und dessen Möglichkeit sogar bei den Erklärungen über den Grund seiner verschiedenartigen Natur vorauszusetzen? Glücklicherweise sind wir nicht genöthigt, diesen verschiedenen Grad der Verdichtung der Materie aus der Beschaffenheit der verschiedenen Mischungen, in welche der Körper eingeht, durch Schlußfolgen abzuleiten; sondern die Natur bietet uns selbst ein ausgezeichnetes Beispiel an einem Körper dar, der bis jetzt noch als ein einfacher Körper betrachtet werden muß. Aber wie verschieden in allen seinen Eigenschaften ist der Diamant von denen des Graphit und des Anthracit, die alle drei ihrer chemischen Natur nach reine Kohle sind? Der Diamant ist ein Nichtleiter der Electricität, die Kohle ein sehr guter Leiter. Specifisches Gewicht und Wärmecapacität sind ganz verschieden. Der Diamant zeigt fast keine chemische Reaction, die Kohle zersetzt die Schwefelsäure in der erhöheten Temperatur. Was ist die Ursache dieser gänzlichen Verschiedenartigkeit beider Substanzen bei aller Gleichartigkeit ihrer chemischen Natur? Der verschiedene Kohäsionszustand ist es, und dieser muß es auch sein, der die physikalische Natur des Wassers in den Verbindungen mit andern Körpern, bei aller Gleichartigkeit der chemischen Reactionen, wesentlich verändert. Läßt sich endlich, wenigstens in solchen Fällen, wo der Einfluß der Temperaturverschiedenheiten nicht bemerkbar wird, ein befriedigender Grund angeben, warum das heiße Wasser andere Reactionen hervorbringt als das kalte. Wäre es nicht möglich, daß der veränderte Verdichtungszustand, — wenn diese Veränderung auch nur wenig bedeutend erscheinen mag — nicht minder einen Antheil an der Verschiedenartigkeit der Erfolge habe, als die Differenzen in der Temperatur?

mer nur eine gewisse Quantität Kochsalz nieder, und die gänzliche Absonderung des letzteren durch Alkohol ist ganz unstatthaft, es mag die Quantität desselben auch noch so sehr vergrößert werden. Dieser Erfolg läßt sich nicht — wie es gewöhnlich geschieht, — dadurch erklären, daß der mit Wasser verbundene Alkohol die Eigenschaft besitze, das Kochsalz aufzulösen, sondern er findet seine Erklärung darin, daß durch den Zusatz des Alkohol zu der flüssigen Mischung, eine Verbindung von geringerer Intensität und schwächerer Verdichtung entsteht, wodurch die Verbindungsfähigkeit des Kochsalzes mit dem Wasser vermindert und die bildende Thätigkeit des Salzes, durch Absonderung, zur äußeren Erscheinung gebracht werden kann.

Von anderer Art sind die Erscheinungen, welche sich beim Auflösen eines an der Luft zerfallenen oder verwitterten Salzes in Wasser darbieten. Die erste Wechselwirkung beider Körper auf einander besteht darin, daß sich eine neue Art bildet, welche sich zuerst absondert, aber sogleich nach erfolgter Bildung vom Wasser aufgelöst wird. Der Prozeß ist also ein zusammengesetzter, bei welchem zuerst eine starke Verdichtung und demnächst eine schwache eintritt. Dem krystallisirten Salz mit Krystallwasser vermag der Alkohol dieses, wenigstens in der gewöhnlichen Temperatur, nicht mehr, oder nur zu einem geringen Theil zu entziehen. In einer erhöheten Temperatur wird die Verbindung lockerer und nun gelingt es dem Alkohol, sich eines größern Antheils des Krystallwassers des Salzes zu bemächtigen.

Am größten ist die Verdichtung und daher auch am stärksten die Wärmeentbindung, wenn zwei Körper sich in den zur Bildung einer besondern Art erforderlichen Verhältnissen mit einander vereinigen. Auch bei solchen Arten, in deren Mischung das Wasser mit eingeht, ist die Verdichtung zuweilen so groß, daß sie den höchsten Graden der Temperatur ausgesetzt werden können, ohne den Lockerheitszustand zu erhalten, welcher zur Wasserbildung und Wasserentziehung durch Verflüchtigung erforderlich ist. Mit Recht sind es die chemischen Verbindungen, die eine bestimmte Art bilden, welche die Aufmerksamkeit der Chemiker vorzugsweise beschäftigt haben. Sie sind es auch zugleich, welche nach der Ansicht über die Zusammensetzung der Körper aus einfachen und zusammengesetzten Atomen, nur allein als wahre chemische Verbindungen angesehen werden. Zu einer solchen Annahme ist für den Dynamiker kein Grund vorhanden, weil die Verbindungsverhältnisse der Mischung so wenig, als der Verdichtungszustand der Materie, über den Begriff von einer chemischen Verbindung entscheiden. Nun läßt sich aber über den Zustand der Körper in einer flüssigen Mischung, durch Erfahrung oder durch einen Versuch, kein Urtheil abgeben. Keine Erfahrung berechtigt, in der Flüssigkeit das Vorhandensein einer schon gebildeten Art vorauszusetzen, aber die Erfahrung kann auch nicht die Ueberzeugung verschaffen, daß bei einer homogenen flüssigen Mischung eine vollständige Durchdringung aller ihrer Bestandtheile dergestalt stattgefunden habe, daß jeder derselben ganz, einen und denselben Raum erfüllt. Nur der Verstand,

— so scheint es — ist genöthigt, bei einer vollkommen gleichartigen flüssigen Mischung, die einen endlichen Raum einnimmt, diese Gleichartigkeit in jedem unendlich kleinen Theil dieses Raumes als vorhanden anzuerkennen. Man betrachtet atomistisch die flüssigen Mischungen aber als Aggregate einer bestimmten Art mit Wassertheilchen, oder mit den Theilchen eines oder des andern des im Uebermaaß vorhandenen und im flüssigen Zustande befindlichen Bestandtheils. Nach der dynamischen Ansicht kann die Art nicht gebildet in der flüssigen Mischung vorhanden sein, weil diese eine homogene Vereinigung aller ihrer Bestandtheile ist. Wenn eine aus Kali und Salpetersäure, mit einem Ueberschuß des einen oder des andern Bestandtheils gebildete flüssige Mischung gegeben wäre, so wird vorausgesetzt, daß in der Mischung Kalisalpeter vorhanden und mit Atomen von Kali oder von Salpetersäure umlagert ist, indem beim Verdampfen der Flüssigkeit immer nur neutraler Kalisalpeter gebildet wird. Die gänzliche Verschiedenartigkeit des Zustandes der flüssigen Mischung und des als eine besondere Art aus derselben ausgeschiedenen Kalisalpeters, giebt dem Dynamiker dagegen die Ueberzeugung, daß keiner von beiden Körpern in der flüssigen Mischung befindlich, sondern daß ein neuer Körper gebildet worden ist, der nur so lange existirt, als die Verhältnisse fortdauern, unter welchen die flüssige Mischung entstanden ist. Wenn sich die Atomenlehre auf die Erfahrung beruft, daß noch niemals eine Verbindung von Kali und Salpetersäure, außer in den Mischungsverhältnissen, die den beiden Körpern im Kalisal-

peter zukommen, dargestellt worden sei; so räumt der Dynamiker ein, daß die Verbindung beider Körper zu einer besondern Art, zwar nur in dem einzigen bisher aufgefundenen Mischungsverhältniß statthabe, daß aber eine unendliche Menge von chemischen Verbindungen zwischen beiden Körpern, so lange sich die Mischung im flüssigen und homogenen Zustande befindet, als möglich und als wirklich vorhanden, zugegeben werden müsse. Welche von beiden Hypothesen die richtige sei, darüber kann auch dann nicht entschieden werden, wenn statt des Kali eine andere, im Wasser unauflösliche Base, ein Metall oder ein Metalloxyd, gesetzt wird. Der auf diese Art abgeänderte Versuch kann keinen andern Aufschluß geben als den, daß die in Wasser nicht auflösbaren Basen, das bekannte Verbindungsverhältniß mit der Säure auch im flüssigen Zustande der Mischung nicht überschreiten. So charakteristisch aber auch dies Verhalten der flüssigen, nach bestimmten Verbindungsverhältnissen gebildeten Mischungen sein mag, so wenig kann es als ein absolut unabänderliches betrachtet werden. Es dürften nur wenige Metalle und Metalloxyde vorhanden sein, die in erhöhter Temperatur, nämlich in anhaltender Siedhitze, nicht noch ein anderes, als das sogenannte neutrale, Verbindungsverhältniß mit der Säure eingehen. Daß die dabei entstehenden Verbindungen nicht aufgelöst bleiben, sondern als besondere Arten aus der Flüssigkeit ausgeschieden werden, weil sie in derselben nicht auflöslich sind, ändert im Erfolge nichts ab, und dieser Erfolg besteht wesentlich darin, daß sich die Säure in der Siedhitze mit der im Wasser unauflöslichen Ba-

sis eben sowohl als mit der darin auflöslichen, mit einer größern Quantität der Basis verbindet, als in der gewöhnlichen Temperatur. Dieser Erfolg zeigt offenbar, daß die Mischungen, welche man nur allein als chemische Verbindungen zu betrachten geneigt ist, durch allmälige Uebergänge sich den sogenannten Auflösungen annähern, so wie die Auflösungen den Absorptionserfolgen und diese den Diffusionserscheinungen bei den Gasen. Setzt man, statt der unauflöslichen, eine in Wasser auflösliche Base, so ist man vollkommen berechtigt, die homogene flüssige Mischung gleichfalls als eine basische Verbindung der Säure mit der Basis, wenngleich in unbestimmten Verhältnissen und in einem als eine besondere Art nicht darstellbaren Zustande, zu betrachten. Auch einige Erden liefern basische Verbindungen, wenn sie mit ihren neutralen Salzen anhaltend in der Siedhitze behandelt werden. Tritt ein ähnlicher Erfolg bei den alkalischen Basen nicht ein, so kann der Grund in der leichten Auflöslichkeit der Alkalien und der alkalischen basischen, für sich nicht darstellbaren Salze, gesucht werden. Die Bildung basischer Salze, als für sich darstellbarer Arten, wird in dem Maaße schwieriger, in welchem die Intensität der Verbindung zu neutralen Salzen, d. h. die Verdichtung der Bestandtheile der Mischung, größer wird. Von den Alkalien und den mehrsten Erden ist es bekannt, daß sie sich im Zustande einer außerordentlichen Verdichtung befinden, indem sie als Oxyde ein größeres specifisches Gewicht als im metallischen Zustande, besitzen, eine Eigenschaft, welche sie auf die neutralen Verbindungen mit Säuren übertragen.

Aus dem Zustand der flüssigen Mischungen läßt sich also nicht entnehmen, wie die Verbindung der Körper, aus denen sie hervorgegangen sind, vollbracht wird. Aber das Verhalten dieser Mischungen setzt es außer Zweifel, daß sich der neu gebildete flüssige Körper, nach den Umständen unter welchen er entstanden ist, in einem sehr verschiedenen Grade der Verdichtung befinden kann, eine Verschiedenheit, die sich vorzugsweise durch Wärmeerscheinungen im Act seiner Bildung, durch die Wärmecapacität und durch das specifische Gewicht während seines Bestehens, so wie durch die leichtere und schwierigere Zersetzbarkeit bei der Einwirkung der Wärme oder einer fremden Materie in dem Augenblick seiner Vernichtung, zu erkennen geben muß. Nur diejenigen flüssigen Mischungen, welche eine für sich bestehende eigenthümliche Art bilden, und denen der flüssige Cohäsionszustand in der gewöhnlichen Temperatur eigenthümlich ist, zeigen stets und nothwendig eine Zusammensetzung nach bestimmten Verhältnissen, welche sich bei ihrer Zerstörung nach Maaß und Gewicht nachweisen lassen. Diese Zusammensetzung, als das Resultat der Analyse, wird für Flüssigkeiten, die ganz verschiedene Wärmecapacitäten und verschiedene specifische Gewichte besitzen, und welche ganz verschiedenen Zerstörungsformen in der erhöheten Temperatur oder durch die Einwirkung fremder Stoffe unterliegen, also für Flüssigkeiten, die in der Natur und in ihrem Verhalten durchaus verschieden sind, möglicherweise ganz gleich gefunden werden können. Auf dies Resultat, so überraschend es scheint, ist man schon durch das verschiedenartige Verhalten der flüs-

sigen Mischungen nach unbestimmten Verbindungsverhältnissen vorbereitet; es erscheint als eine nothwendige Folge der verschiedenartigen Verdichtung der Materie, worauf die Verbindungsverhältnisse an sich ohne Einfluß sind.

Bei den nicht einfachen, festen oder starren Körpern ist, mit wenigen Ausnahmen deren Betrachtung nicht hierher gehört, stets eine Zusammensetzung nach bestimmten Verhältnissen der Mischung vorauszusetzen, weil sie sich schon als eine bestimmte Art aus einer flüssig gewesenen Mischung abgesondert haben. Bei ihnen wird, fast noch mehr als bei den flüssigen Mischungen, der Einfluß der größern und geringern Verdichtung der Materie auf das physikalische und chemische Verhalten des Körpers erkennbar. Selbst bei den einfachsten Verbindungsverhältnissen zeigt sich diese Verschiedenheit. Wie verschieden ist das Verhalten der geglühten und der nicht geglühten oxydirten Körper, des auf nassem Wege bereiteten schwarzen und des durch Sublimation gewonnenen rothen Zinnobers, des Schwefel- und des Kammkieses, des Kalkspaths und des Aragons, des Granat und des Vesuvian? Erst durch genaue und wiederholte Analysen ist es endlich gelungen, sich die Ueberzeugung zu verschaffen, daß diese Körper und viele andere, die noch genannt werden könnten, in ihrer chemischen Zusammensetzung nicht abweichen, obgleich ihr physikalisches und chemisches Verhalten diese Voraussetzung vollkommen rechtfertigten, so lange durch die Analyse das Gegentheil noch nicht erwiesen war. Sogar bei einfachen Stoffen, z. B. bei Kohle und Diamant, zeigt sich das ganz verschie-

denartige Verhalten, welches nur allein durch die verschiedenen Grade der Verdichtung der Materie veranlaßt wird. Wie verschieden muß, um ein Beispiel von minder zusammengesetzten Körpern anzuführen, die Verdichtung des Eisens und des Sauerstoffs im Magneteisenstein und im Eisenglanz, wie verschieden die Verdichtung des Eisens und des Schwefels im Magnetkies und im Schwefelkies sein, indem der Eisenglanz den Magneteisenstein, der Schwefelkies den Magnetkies im specifischen Gewicht übertreffen, obgleich nach den Verbindungsverhältnissen gerade das Gegentheil hätte eintreten sollen. Ist es etwa die Verschiedenheit in der chemischen Zusammensetzung und ist es nicht vielmehr bloß der verschiedene Grad der Verdichtung der Materie, wodurch der bei 148° C. erhitzte Gips dem natürlichen Anhydrit ähnlich wird und die Eigenschaft, sich mit Wasser zu verbinden, verloren hat, welche er in hohem Grade besitzt, wenn die Erhitzung die Temperatur von 132° C. nicht überschreitet? Das physikalische und das chemische Verhalten der Körper sind also offenbar von ihrer chemischen Zusammensetzung und von den Verbindungsverhältnissen der Stoffe, aus denen sie hervorgegangen sind, allein, nicht abhängig, sondern der Grad der Verdichtung der Materie ist nicht minder das Bestimmende für ihr Verhalten und für ihre physikalischen und chemischen Eigenschaften. Wäre es nicht durch die verschiedenartige Verdichtung der in der flüssigen Mischung aufgenommenen Körper, so würde das Verhalten der Auflösungen der Salze im Wasser (welches bei allen homogenen flüssigen Mischungen von heterogenen Kör-

pern in gleicher Art angetroffen wird) nicht zu erklären sein, wornach das specifische Gewicht der flüssigen Mischungen bestimmten, wenngleich noch wenig bekannten Gesetzen unterliegt, die von den Verbindungsverhältnissen nicht abhängig sind. Statt einer gleichmäßig fortschreitenden Zu= oder Abnahme des specifischen Gewichtes der flüssigen Mischungen von 0 bis zum Sättigungspunkt, für eine gewisse Temperatur, ändert sich das mittlere specifische Gewicht für jedes Verbindungsverhältniß des einen Körpers zum anderen, wodurch die verschiedenartige Verdichtung der Materie für jedes Verbindungsverhältniß mit einer anderen in den flüssigen Mischungen erwiesen wird.

VII.

Heterogenwerden der flüssigen Mischung, oder Aufhebung der chemischen Verbindung.

Das Heterogenwerden einer aus der Vereinigung heterogener Körper hervorgegangenen homogenen flüssigen Mischung, durch Absonderung eines einfachen oder zusammengesetzten Körpers, der eine bestimmte Art bildet, ist eben so wenig ein Erfolg des chemischen Prozesses, als es die Wirkung desselben sein kann, wenn sich die Verbindung der heterogenen Körper schon im flüssigen Mischungszustande zu einer bestimmten Art gestaltet, oder wenn die flüssige Mischung, bei dem plötzlichen Uebergange in den starren Kohäsionszustand, eine unbestimmte oder eine bestimmte Art darstellt. Beispiele von Verbindungen der letzten Art scheinen bei dem Wasserprozeß nicht vorzukommen; bei dem Feuerprozeß bieten manche Metalle (das Roheisen) und einige oxydirte Körper (Glasflüsse) Beispiele von Verbindungen dar, die beim Erstarren homogen bleiben, ohne daß die Verbindung nothwendig ein bestimmtes Mischungsverhältniß befolgen dürfte.

Die Bildung bestimmt gearteter unorganischer Körper aus einer flüssigen Mischung ist immer die bildende Thätigkeit des Körpers selbst, welche sich in ihrer Wirkung als die Kohäsionskraft zu erkennen giebt, und dieser Kraft wird daher das bestimmte Mischungsverhältniß der sich aussondernden Art zuzuschreiben sein, indem der Grund des Erfolges in der Zusammensetzung der Mischung nicht gefunden werden kann.

Aus einer Auflösung von bestimmten oder unbestimmten Verhältnissen der Mischung werden die bestimmt gearteten Körper theils durch Entfernung des Auflösungsmittels, beim Verdunsten und Abdampfen, theils dadurch dargestellt, daß der flüssigen Mischung ein heterogener, starrer oder flüssiger Körper dargeboten wird, durch dessen Hinzutreten die organisirende Thätigkeit der Mischung rege gemacht und die Absonderung des bestimmt gearteten Körpers veranlaßt wird. Von welcher Beschaffenheit der hinzuzufügende Körper sein müsse, um bei einer bestimmten Mischung den bezweckten Erfolg herbeizuführen, ist ein Gegenstand der Erfahrung, welche erst gewonnen sein muß, um über das partikulare Verhalten der Körper zu einander und über die Eigenschaften der darzustellenden einfachen Substanzen, oder der nach einem bestimmten Verhältniß sich bildenden zusammengesetzten Körper, urtheilen zu können. Es giebt nicht wenig Fälle, wo die homogene flüssige Mischung durch den Zusatz von Wasser heterogen wird, wobei sich ebenfalls bestimmt geartete Körper absondern, welche Verbindungen nach festen und unabänderlichen Mischungsverhältnissen darstellen.

Soll ein Körper, dessen Vorhandensein in einer flüssigen Mischung bekannt ist oder vorausgesetzt wird, für sich oder in Verbindung mit einem anderen aus der Auflösung abgesondert werden, so muß sein specielles Verhalten (seine Reaction) zu andern Körpern bekannt sein und diese Körper müssen die Eigenschaft besitzen, von der flüssigen Mischung aufgenommen zu werden. Der Trennung des bestimmt gearteten Körpers aus der flüssigen Mischung, durch Hinzufügung eines heterogenen Körpers, geht also der chemische Prozeß, — die Verbindung zu einer homogenen Mischung, — immer und nothwendig voran — und es liegt bei der Anstellung dieses Prozesses die Absicht zum Grunde, eine Mischung darzustellen, aus welcher sich, nach der darüber gewonnenen Erfahrung, durch die organisirende Thätigkeit dieser neuen Mischung, ein einfacher oder ein nach bestimmten Verhältnissen zusammengesetzter Körper absondert, dessen Darstellung der Zweck des Prozesses ist. Unter welchen Umständen sich durch das Hinzufügen eines Körpers zu einer flüssigen Mischung, eine Verbindung von bestimmter und bekannter, oder von näher zu untersuchender Zusammensetzung bildet, ist nur ein Gegenstand der Erfahrung. Wenn daher die Beschaffenheit einer Mischung erforscht werden soll, so prüft man ihr Verhalten zu andern bereits bekannten Substanzen, d. h. man versucht, unter welchen Umständen sich durch das Hinzufügen eines Stoffes bestimmt geartete Verbindungen absondern, welche der allgemeinen chemischen Vereinigung in der flüssigen Mischung entzogen werden. Diese Absonderung erfolgt

also durch die eigenthümliche bildende Kraft des entstehenden Körpers, durch dessen Bildung die allgemeine chemische Verbindung, die nur im Zustande der Flüssigkeit bestehen konnte, aufgehoben wird.

Das Heterogenwerden flüssiger Mischungen, ohne Zutritt eines neuen Körpers, welcher, indem er mit in die Mischung eingeht, die Absonderung einer bestimmten Art veranlaßt, kann nur durch Entfernung des Auflösungsmittels (durch Verdampfen bei den auf nassem Wege gebildeten Mischungen) oder durch Erkalten (bei Mischungen, deren Flüssigkeitszustand durch erhöhete Temperatur veranlaßt ward) bewirkt werden. Im ersten Fall läßt sich das Auflösungsmittel nicht plötzlich entfernen, und darin ist ohne Zweifel der Grund zu finden, weshalb sich bei dem Heterogenwerden dieser Mischungen immer nur bestimmte Arten, oder Verbindungen von bestimmten Verhältnissen der Mischung bilden. Auf dem trocknen Wege gelingt es aber nicht selten, durch das plötzliche Erstarren der flüssigen Mischung, Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung darzustellen, welche sich bei einem langsamen Erkalten nicht gebildet haben würden. Solche Verbindungen wird man immer nur in dem Fall erwarten können, wenn die in der flüssigen Mischung befindlich gewesenen Körper eine gewisse physikalische und chemische Uebereinstimmung ihres Verhaltens zeigen. Kupfer und Kupferoxydul, die in sehr unbestimmten Verhältnissen in einer flüssigen homogenen Mischung vorhanden sein können, haben einen zu starken, physikalischen und chemischen Gegensatz, als daß die

Mischung beim plötzlichen Erstarren homogen bliebe; immer bildet sich nur ein sehr inniges Gemenge von Kupfer und Kupferoxydul, niemals eine wahre chemische Verbindung, obgleich das Gemenge so innig ist, daß es mit dem bewaffneten Auge oft nicht erkannt werden kann, und zugleich für die technische Benutzung des Kupfers so wichtig, daß manche Kupferarten, in dem sogenannten hammergaaren Zustande, ohne eine gewisse Beimengung von Kupferoxydul nicht in dem Umfange würden benutzt werden können. Aber einige Metalle bleiben, unter allen Verhältnissen der Mischung, zu homogenen Verbindungen durch plötzliches Erstarren vereinigt; so auch einige Metalloxyde, die Alkalien und die Erden. Ein anderes Beispiel bietet die Verbindung des Eisens mit Kohle dar. Man würde das weiße und das graue Roheisen, beide von gleichem Kohlegehalt, als eine sogenannte Isomerie des Roheisens betrachten können, wenn die Untersuchung nicht zeigte, daß nur das weiße, aber nicht das graue Roheisen, eine chemische Verbindung des Eisens mit Kohle ist. Das graue Roheisen, welches sich immer nur bei langsamerem Erstarren der flüssigen Mischung bildet, sondert dabei einen Theil der Kohle als Graphit ab, indem sich bei dem verzögerten Erstarren Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen der Mischung auszubilden streben. Bei dem weißen Roheisen wird diese Ausbildung durch das plötzliche Erstarren verhindert. Wenn die Vorkehrungen daher so getroffen werden, daß das flüssige Roheisen in eine kalte Form ausgegossen wird, so gelangt der die Wände der Form unmittel-

bar berührende Theil plötzlich in den starren Zustand und stellt sich als weißes Roheisen dar, während der innere Kern länger flüssig bleibt und beim Erstarren das graue Roheisen bildet. Beide Roheisenarten unterscheiden sich so wesentlich durch das specifische Gewicht, durch ihr chemisches, electro-magnetisches und physikalisches Verhalten, daß man kaum glauben sollte, in beiden gleiche quantitative Verhältnisse von Eisen und Kohle anzutreffen. Das graue Roheisen ist aber ein Gemenge von Kohleneisen (in noch nicht genau bekannten Mischungsverhältnissen) und von Kohle, wogegen das weiße Roheisen eine wahre chemische Verbindung von Eisen und Kohle darstellt. Jedem grauen Roheisen, sogar jedem weichen Stahl, steht auf diese Weise ein weißes Roheisen und ein harter Stahl von gleichem absoluten Kohlegehalt gegenüber. — Wenn das flüssige Roheisen zugleich einen kleinen Antheil Schwefel enthält, so würde sich beim Erkalten eine dieser Quantität Schwefel entsprechende Menge von Schwefeleisen bilden müssen, welches als solches mit dem Roheisen gemengt wäre. Bei dem grauen Roheisen mag ein solches Verhalten wirklich statt finden; wenn aber weißes Roheisen mit einem geringen Schwefelgehalt durch Hornsilber zerlegt wird, so bleibt kein Schwefeleisen (welches das Hornsilber nicht zersetzt) zurück, sondern es entbindet sich fortwährend Schwefelwasserstoffgas, zum Beweise, daß der Schwefel nicht als Schwefeleisen mit dem Roheisen verbunden sein kann. Es zeigt sich hier also eine Verbindung von Eisen mit Schwefel in unbestimmten Verhältnissen der Mischung, die bei dem langsamen

Erstarren nicht zu entstehen scheint. — Aehnliche Beispiele von Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen durch plötzliches Erstarren flüssiger Mischungen, würden sich in großer Zahl nachweisen lassen; sie sind immer nur Ausnahmen von der Regel, daß durch das Heterogenwerden flüssiger Mischungen sich bestimmt geartete chemische Verbindungen aussondern. Indem sie aber durch plötzliches Erstarren der flüssigen Mischung gebildet werden, und ihre Bildung bei einem ruhigen, langsamen Erstarren nicht erfolgt, liefern sie den Beweis, daß sie in der flüssigen Mischung nicht vorhanden sein können, sondern daß die Bedingungen zu ihrer Bildung ganz allein von den Umständen abhängig sind, unter welchen die Mischung erstarrt. Gold und Silber vereinigen sich beim Schmelzen sehr leicht in allen Verhältnissen zu einem homogenen Gemisch. Wird die geschmolzene Legirung schnell zum Erstarren gebracht, so behält die erstarrte Masse die homogene Beschaffenheit. Erfolgt die Abkühlung sehr langsam, so trennt sich das Gold größtentheils in Verbindung mit etwas Silber, aus der Masse. Zinn und Eisen vereinigen sich beim Schmelzen, fast in allen Verhältnissen, zu einer gleichartigen Verbindung. Wird die flüssige Mischung schnell zum Erstarren gebracht, so bleibt sie homogen; erfolgt die Abkühlung langsam, so wird sie heterogen und es entstehen zwei Verbindungen, aus vielem Eisen und wenig Zinn, und aus vielem Zinn und wenig Eisen. — Erden, Alkalien und Metalloxyde lassen sich, bei einem angemessenen Grade der Temperatur, fast in allen Verhältnissen mit einander verbinden und stellen im geschmolzenen

Zustande eine homogene Mischung dar. Wenn diese Mischung schnell erstarrt, so bleibt sie häufig durchaus gleichartig, wie aus der Durchsichtigkeit und aus den chemischen Reactionen des formlosen Gemisches hervorgeht. Anders ist das Verhalten bei einem möglichst verzögerten Erstarren. Das glasige, geflossene Ansehen ist verschwunden; statt des muschligen oder des splittrigen Bruches mit Glasglanz, hat sich ein mattes, erdiges Ansehen, ein körniges oder ein strahliges Gefüge, mit deutlich warnehmbaren Absonderungsflächen eingestellt und die vorher durchsichtige oder durchschimmernde Masse ist nun ganz undurchsichtig. Diese wesentlichen Verschiedenheiten des Erfolges werden bloß durch schnelleres oder langsameres Erkalten herbeigeführt. Granit, Porphyr, Trachyt, Obsidian bieten Beispiele eines ähnlichen Verhaltens im Großen dar. — Die auf dem sogenannten trocknen Wege, nämlich durch den Feuerproceß, dargestellten homogenen Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung, hat Hr. Fuchs ganz bezeichnend amorphe Verbindungen genannt. Sie sind gestaltlos, weil sie keine bestimmte Art bilden, eben so wie eine flüssige Mischung amorph bleiben würde, wenn sie sich plötzlich in den festen Kohäsionszustand, ohne heterogen zu werden versetzen ließe.

Die merkwürdigsten Erscheinungen bieten diejenigen flüssigen Mischungen, welche ein Metall als einen ihrer Bestandtheile enthalten, beim Heterogenwerden dar. Wenn zu einer solchen Mischung ein anderes Metall hinzugefügt wird, welches die Eigenschaft besitzt, das aufgelöste Metall aus der ho-

mogenen Mischung regulinisch darzustellen, so besteht der an sich einfache Hergang des Prozesses darin, daß das hinzugefügte Metall das zuerst aufgelösete nach seinem chemischen Aequivalent ersetzt und dessen Stelle einnimmt. Alle Erklärungen von dem Vorgange bei diesem Prozeß sind Hypothesen, von denen diejenige die unwahrscheinlichste sein dürfte, nach welcher das sogenannte niedergeschlagene oder reducirte Metall durch den Wasserstoff reducirt werden soll, den das niederschlagende oder reducirende Metall bei der Wasserzersetzung entbindet, durch welche dieses selbst oxydirt und zur Aufnahme von der Säure geschickt gemacht werden soll. Die verwickelte Erklärung des einfachen Prozesses würde hiernach darin bestehen, daß Wasser durch das reducirende Metall zersetzt und dann sogleich durch das Oxyd des reducirten Metalles wieder gebildet wird. Damit dies geschehen könne, muß, nach einer zweiten Voraussetzung, das reducirende Metall durch die Wasserzersetzung oxydirt werden und das neu gebildete Oxyd muß das im oxydirten Zustande in der Auflösung befindliche Metall, vermöge der, nach einer dritten Voraussetzung, größeren Verwandtschaft zur Säure, von dieser absondern, worauf die Reduction des abgesonderten Oxydes durch den Wasserstoff des zersetzten Wassers, unter Wasserbildung, erfolgt.

Eine zweite Hypothese ist die, daß das reducirende Metall dem in der Auflösung befindlichen unmittelbar den Sauerstoff entzieht und dieses dadurch in den metallischen Zustand versetzt.

Diese Hypothese geht, wie jene erste, von der Voraussetzung aus, daß sich die Metalle als völlig fertige oxydirte Atome in der flüssigen Mischung befinden und führt den Vorgang bei dem Reductionsprozeß auf die nähere und entferntere Verwandtschaft der Metalle zum Sauerstoff zurück. Dabei bleibt es unentschieden, wie die Verwandtschaft des reducirten Metalles zum Sauerstoff, die doch eine bestimmte Intensität besitzen muß, von der größeren Verwandtschaftskraft des reducirenden Metalles zum Sauerstoff, gänzlich vernichtet werden kann.

Der ersten Hypothese steht entgegen, daß das reducirende Metall im Zustande des Oxydes das aufgelösete Mtall zuerst im oxydirten Zustande abscheiden muß, welches, der Erfahrung nach, nicht immer möglich. Das Silber z. B. wird aus der Verbindung mit Salpetersäure durch Kupfer vollständig reducirt, obgleich das oxydirte Kupfer die Silberauflösung nicht zu zerlegen vermag, also das Silberoxyd durch das oxydirte Kupfer nicht abgeschieden werden kann. Außerdem ist nicht einzusehen, wie die Verwandtschaftskraft des einen Oxyds zur Säure, durch die größere des anderen Oxydes zu derselben Säure, gänzlich überwältigt werden könnte. Wird z. B. das Kupfer aus der Auflösung in Schwefelsäure durch reguliniſches Zink reducirt, so würde das hypothetisch sich bildende Zinkoxyd zwar das Kupferoxyd, wenigstens als ein basisches Salz, niederschlagen; aber die Verwandtschaftskraft des Kupferoxyds zur Säure muß, um den Erfolg vollständig erklären zu können, nothwendig durch die

größere des Zinkoxyds zur Säure ganz überwältigt werden, welches eine unhaltbare Voraussetzung ist.

Der zweiten Hypothese steht entgegen, daß die Verwandtschaftskraft des einen Metalles zum Sauerstoff, von der zweiten größeren des andern Metalls ganz vernichtet werden muß. Daß von zwei gleichartigen Kräften, die nach entgegengesetzter Richtung wirken, die kleinere durch eine größere vollständig aufgehoben werden könne, gehört zu den leeren Vorstellungen und unrichtigen Begriffen, welche die Chemie, durch die Annahme der größeren Verwandtschaftskräfte, einzuführen sich erlaubt hat.

Wenn in eine ziemlich concentrirte wässrige Auflösung von Kupfervitriol ein Zinkstreifen so gehängt wird, daß er nur etwa zum vierten Theil in die Auflösung hineinreicht, so geht der Reductionsprozeß des Kupfers von oben nach unten dergestalt vor sich, daß die oberen horizontalen Schichten der Flüssigkeit zuletzt keine Spur von Kupfer mehr enthalten. Damit ist aber bekanntlich der Prozeß nicht beendigt, sondern er setzt sich durch den an dem untern Ende des Zinkstreifens sich anhängenden Bart von reducirtem Kupfer fort und die Reduction erfolgt vollständig in den unteren Schichten, bis zu denen das Zink nicht mehr hinabreicht. Sucht man das untere, in die schon reducirte Schicht der Flüssigkeit hinabreichende Ende des Bartes vom Kupfer, durch eine schwache Bewegung, wobei die Schichten der Flüssigkeit nicht vermengt werden, in der Art abzustoßen, daß das reducirte Kupfer auf den Boden des Gefäßes fällt, so hört der Reduktionsproceß

auf und die scharfe Begränzung der unteren blaugefärbten Schicht von Kupfervitriol mit der oberen weißen Schicht der Zinkvitriolauflösung läßt sich viele Tage lang erhalten, wenn das Gefäß nicht erschüttert wird. Der Erfolg dieses bekannten und lehrreichen Versuches zeigt, daß die unmittelbare Berührung des Zinkes mit der Kupfervitriolsolution zur Reduction des Kupfers nicht erforderlich ist, sondern daß sich die Wirkung des Zinkes auf die Kupfervitriolauflösung durch das reducirte Kupfer so lange fortpflanzt, als sich das Kupfer mit dem Zink in unmittelbarer Berührung befindet. Das Zink überträgt seine reducirende Kraft auf das Kupfer und zeigt sich wirksam, wo es gar nicht vorhanden ist. Wo ist aber jemals eine Erfahrung gemacht, daß zwei Körper chemisch auf einander wirken, ohne sich unmittelbar zu berühren? Man sieht wohl, daß man es hier mit einem anderen, als mit dem chemischen Prozeß zu thun hat und daß die Auflösung des niederschlagenden Metalles in der Säure, mit welcher das reducirte Metall verbunden war, ein abgeleiteter chemischer Prozeß, eine Folge, und keinesweges die Ursache des Heterogenwerdens der Flüssigkeit ist, sobald sich das reducirende Metall nicht mehr in unmittelbarer Berührung mit der metallischen Solution befindet, sondern seine Wirksamkeit auf diese durch das schon reducirte Metall fortsetzt.

In dem angeführten Beispiel hat man die Wirkung der einfachen galvanischen Kette erkannt, deren zwei Glieder aus Zink und Kupfer bestehen, welche in eine Kupfervitriolauflösung eingetaucht sind. Die wesentliche Verschiedenheit zwi-

schen beiden Prozessen besteht aber darin, daß bei der einfachen galvanischen Kette das Zink schon mit dem Kupfer verbunden ist, wogegen bei dem Reductionsprozeß nachzuweisen bleibt, wie die Reduction der ersten materiellen Theilchen des Kupfers aus der metallischen Solution erfolgt und ununterbrochen, bis zur völligen Umänderung der Kupfersalzsolution in eine Zinksalzsolution, auch dann fortschreiten würde, wenn jedes zur Darstellung kommende materielle Kupfertheilchen gar nicht unmittelbar mit dem Zink in Berührung bliebe. Die Reduction des Kupfers kann also offenbar nicht durch die Wirkung einer galvanischen Kette erfolgen, wenn auch später diese Wirkung hinzutreten mag, sobald ein Theil der Kupfersalzsolution schon heterogen geworden ist und eine Berührung des reducirten Kupfers mit dem Zink stattfindet. Die beträchtliche Wärmeentwicklung, welche bei dem Reductionsprozeß beobachtet wird, deutet schon darauf hin, daß die Substitution des einen Metalles durch das andere in der Flüssigkeit, ein wirklicher chemischer Prozeß ist, bei welchem das reducirende Metall von der Flüssigkeit aufgelöset wird, welches aber nur unter der Bedingung geschehen kann, daß das in der metallischen Solution befindliche Metall wieder ausgeschieden wird. Die Möglichkeit, daß ein Metall das andere aus seiner Auflösung durch den chemischen Prozeß wieder hergestellt, beruht also ursprünglich ebenfalls darauf, daß das reducirende Metall in der metallischen Solution auflöslich sei *),

---

*) Daß das Eisen einmal (als actives Eisen) die metallischen Solu-

gerade so wie ein oxydirter Körper durch einen anderen aus einer homogenen flüssigen Mischung abgesondert wird, nicht weil jener Körper eine geringere Verwandtschaft zu dem Auflösungsmittel besitzt, als dieser, sondern weil die Mischung nicht homogen bleiben kann, sobald die chemische Thätigkeit, welche sich durch die Herstellung einer homogenen flüssigen Mischung zu erkennen giebt, durch die Kohäsionskraft des sich absondernden Körpers von specifischer Qualität überwunden wird.

Wie bei allen flüssigen chemischen Verbindungen, die durch den Zusatz eines heterogenen Körpers zersetzt werden, der Zersetzung ein chemischer Prozeß vorangehen muß, die Zersetzung selbst aber keine Folge dieses Prozesses ist, sondern nur durch die Beschaffenheit der Mischung und durch die sich freibestimmende Individualität des sich absondernden Körpers bedingt wird; — eben so muß der Reduction eines Metalles durch das andere aus der metallischen Solution ein chemischer Prozeß voraufgehen, ohne daß in dem Prozeß selbst der Grund zu der Wiederherstellung des aufgelöseten Metalles gefunden werden könnte, welcher in der specifischen Art seines inneren Zusammenhaltens, die sich als Kohäsion offenbart, gesucht werden muß. Der Ausdruck: daß die Darstellung eines Körpers aus einer homogenen flüssigen Mischung durch den chemischen Prozeß, oder auf che-

tionen reducirt, ein anderes Mal (als passives Eisen) die Reduction nicht zu bewirken vermag, hat seinen nächsten Grund darin, daß es nur als actives aber nicht als passives Eisen eine Verbindung mit Säuren und metallischen Solutionen eingeht.

mischem Wege, bewirkt worden sei, soll und kann daher nichts anderes aussagen, als daß sich in Folge eines vorangegangenen chemischen Prozesses ein Körper von specifischer Art abgesondert habe, zu dessen Absonderung die Bedingung in ihm selbst, nämlich in seiner specifischen Bestimmtheit vorhanden ist.

Es wird nothwendig sein, den Unterschied des Heterogenwerdens einer flüssigen chemischen Verbindung in Folge eines voraufgegangenen chemischen Prozesses und in Folge der sogenannten galvanischen Action, noch weiter zu verfolgen. Man nehme zwei einfache Ketten, von denen die zwei Glieder einen Kette aus Zink und Kupfer, und die beiden Glieder der anderen Kette aus Platin und Kupfer bestehen. Von zwei Gefäßen a und b, werde a mit einer mäßig verdünnten wässrigen Kupfervitriolsolution und b mit stark verdünnter Salpetersäure gefüllt. In a sollen die beiden aus Kupfer bestehenden Glieder beider Ketten, ohne daß eine Berührung der Kettenglieder in a oder b stattfindet, eingetaucht sein. Von jedem der beiden aus Kupfer bestehenden Kettenglieder werde das Gewicht vorher sehr genau ermittelt. Der Prozeß leitet sich sogleich ein. Im Gefäß b findet am Zinkpol (positivem Pol) der Zink-Kupfer-Kette eine ganz schwache Entwicklung von Gas (oxydirtem Stickgas, oder Stickgas, oder einem Gemenge von beiden Gasarten) statt, während die Auflösung des Zinks in der Säure erfolgt. Am Platinpol (negativem Pol) der Platin-Kupfer-Kette im Gefäß b wird viel Wasserstoffgas entwickelt. In dem Gefäß a herrscht eine

scheinbare Ruhe; an keinen der beiden aus Kupfer bestehenden Kettengliedern ist eine Spur von Gasentbindung zu bemerken. Unterbricht man den Prozeß nach Ablauf von etwa zwölf Stunden, indem man beide Ketten aus den Gefäßen nimmt, dann die beiden aus Kupfer bestehenden Glieder beider Ketten von ihrer Verbindung mit Zink und Platin trennt, im Wasser sorgfältig abspült und trocknet, so findet sich bei der abermaligen Gewichtsbestimmung der beiden Kupferkettenglieder, daß das Kupferglied, welches die Zink-Kupferkette bildete, also im Gefäß a den negativen Pol repräsentirte, ganz genau so viel am Gewicht zugenommen hat, als die Abnahme des Gewichts bei dem anderen Kupfergliede beträgt, welches die Platin-Kupferkette, folglich im Gefäß a den positiven Pol bildete.

Im Gefäß a (welches als die sogenannte Zersetzungszelle bei einer voltaischen Säule anzusehen ist) ist daher die Quantität des Kupfervitriols in der Solution unverändert dieselbe geblieben, indem die Flüssigkeit an den negativen Kupferpol genau so viel Kupfer abgetreten hat, als sie von dem positiven Kupferpol wieder aufnahm. Da die metallische Solution in a mit einem heterogenen Körper nicht in unmittelbare Berührung gekommen ist, so kann die Kupferreduction am negativen Pol nicht in Folge eines vorangegangenen chemischen Prozesses bewirkt worden sein, sondern wir sehen die Reduction im Gefäß a nur allein an der nothwendigen Bedingung geknüpft, daß in demselben Augenblick, wo die Reduction eines materiellen Kupfertheilchens am negativen Pol erfolgt, genau dieselbe Menge Kupfer an dem positiven Kupferpol

von der Flüssigkeit wieder aufgenommen werden muß. Man wird also genöthigt, die Ursache eines so merkwürdigen Erfolges nicht bloß in dem im Gefäß a stattfindenden, sondern auch zugleich in dem Prozeß zu suchen, welcher in dem Gefäß b vorgeht.

Da zwei einfache Ketten für die Wasserzersetzung unzureichend sind, so richte man seine Aufmerksamkeit auf die Zersetzungszelle, die mit einer voltaischen Säule oder mit einer ähnlichen kräftigen Vorrichtung in Verbindung gesetzt ist. Bestehen die beiden in die Zersetzungszelle gebrachten Glieder aus Platin und befindet sich in der Zelle reines Wasser, so findet die Entwickelung von Sauerstoffgas am positiven und die von Wasserstoffgas am negativen Pol in gewöhnlicher Art statt. Für die Erscheinung ist der Erfolg sehr einfach; die Entwickelung von Sauerstoffgas an dem einen Pol ist die nothwendige Bedingung der Wasserstoffgasentwicklung am anderen, und umgekehrt. Die Quantitäten von beiden Gasarten stehen bekanntlich in demselben Verhältniß zu einander, in welchem sie zur Wasserbildung erforderlich sind. Eine chemische Thätigkeit ist in der Zersetzungszelle überall nicht zu erkennen, und dennoch findet eine Zersetzung des Wassers unter so merkwürdigen Umständen statt, daß sich beide Gasarten ganz getrennt von einander entwickeln. Aber eben dieser Umstand macht es auch klar, daß das Heterogenwerden der Flüssigkeit nicht in Folge eines vorangegangenen chemischen Prozesses, sondern auf andere Weise bewirkt wird. Es besteht ein so nothwendiges Verhältniß zwischen den Gasentwicklungen an beiden

Polen, daß eine ohne die andere nicht stattfinden kann. Statt das festzuhalten, was klar und einfach in der Erscheinung liegt, daß nämlich an einem Pol nothwendig Wasserstoff entwickelt wird, wenn sich am andern Sauerstoff entbindet, hat man der Erscheinung bei der Erklärung den größten Zwang angethan und angenommen, daß sich an jedem Pole beide Gasarten entbinden, daß sich aber die Wasserstofftheilchen vom positiven Pol durch die Flüssigkeit zum negativen Pol, und die Sauerstofftheilchen vom negativen Pol durch die Flüssigkeit zum positiven Pol begeben und dort entweder in Gasgestalt austreten oder andere zufällige und mit dem Wesen des Prozesses nicht zusammenhängende Verbindungen eingehen. Bei dem vorhin angeführten Versuch mit den beiden einfachen Ketten, wird der Erfolg im Gefäß a so erklärt, daß am negativen Pol der an beiden Polen sich entwickelnde Wasserstoff zur Zersetzung des Kupferoxyds in der Kupfervitriolsolution verwendet, Wasser gebildet und Kupfer reducirt werde, während am positiven Pol der Sauerstoff von beiden Polen die Oxydation des Kupfers (woraus der positive Pol besteht) bewirke, welches von der Schwefelsäure aufgenommen werde, die mit dem am negativen Pol reducirten Kupfer in Verbindung gewesen sei. Eine so verwickelte Erklärungsart war allerdings erforderlich, wenn man sich das Wasser nicht anders als ein Aggregat von Sauerstoff- und Wasserstoff-Atomen und die Kupfervitriolsolution nicht anders als ein von Wasseratomen umgebenes Aggregat von Kupferoxyd- und von Schwefelsäure-Atomen vorstellt und dabei zugleich einräumt, daß die Sauerstoff-Atome

ihre Wanderung vom negativen zum positiven, so wie die Wasserstoff-Atome ihre Wanderung vom positiven zum negativen Pol, durch die Flüssigkeit hindurch, anstellen. — In der Erscheinung selbst aber liegt nichts weiter, als daß an dem einen Pol nur Sauerstoff, an dem andern nur Wasserstoff entwickelt wird und daß die vorausgesetzte Continuität der Materie die Gleichzeitigkeit beider Entwickelungen bedingt, so daß es der erkünstelten und nur aus atomistischen Vorstellungen über die Zusammensetzung der homogenen Flüssigkeiten entnommenen Erklärung über die Bildung beider Gasarten an jedem der beiden Pole, mit Zuhülfenahme der wechselseitigen Wanderungen nach beiden Polen, nicht bedarf. Nach dynamischer Betrachtungsweise können an dem einen Pol nicht beide Körper, in welche die Flüssigkeit durch galvanische Action zerfällt, gebildet werden, sondern an dem einen Pol wird nur der eine, an dem andern nur der andere entstehen müssen.

Daß bei dem oben erwähnten Versuch der Wasserstoff am negativen Pol die Reduction des Kupfers in der metallischen Solution und der Sauerstoff am positiven Pol die Oxydation des als Kettenglied fungirenden Kupfers bewirken mögen, sind abgeleitete und zufällige chemische Actionen, die von der Erklärung über die Ursache des Heterogenwerdens der Flüssigkeit unabhängig sind.

Bei dem Heterogenwerden oder bei der Zersetzung des Flüssigen durch die galvanische Kette und in der Zersetzungszelle der voltaischen Säule, müssen nothwendig jedesmal zwei Körper von bestimmter Art, nämlich einer an jedem Pole, ge-

bildet werden; aber diese Zerlegung des Flüssigen erfolgt nicht durch das Hinzutreten eines heterogenen Körpers, also nicht in Folge eines vorhergegangenen chemischen Prozesses, vielmehr ist dieser, wo er sich bemerkbar macht, eine zufällige Folge, herbeigeführt durch die Einwirkung der aus der zersetzten Flüssigkeit entstandenen Substanzen auf die Flüssigkeit selbst oder auch auf die starren Körper, welche die Glieder der Kette bilden. Die Thätigkeits-Aeußerungen der Kette und der voltaischen Säule sind mit dem chemischen Prozeß so genau vergesellschaftet, daß über die Ursache jener Aeußerungen, welche in der Combination der starren und der flüssigen Glieder der mit einander verbundenen Ketten zu suchen ist, noch immer die verschiedensten Ansichten geäußert werden.

VIII.

Chemische Verwandtschaft.

Der Name Verwandtschaft oder Affinität hat in der Chemie keine weitere Bedeutung als die, daß er die Verbindungsfähigkeit der bestimmten Art eines Körpers mit einer anderen Art bezeichnen soll. Wäre diese Fähigkeit eine besondere und eigenthümliche Kraft der Materie, so würde ihre Thätigkeit nothwendig immer erkannt werden müssen, wenn heterogene Körper sich im flüssigen Zustande berühren. Sie ist aber nur eine zufällige, von der substantiellen Natur des Körpers abhängige Eigenschaft desselben, also beschränkt auf die Fälle, wo sie sich bemerkbar macht. Der Grund der vorhandenen oder der mangelnden Verbindungsfähigkeit läßt sich aus dem Wesen der Materie nicht ableiten, möglich ist es aber, daß die eigenthümliche Natur der bestimmt gearteten Körper einmal Aufschluß verschaffen kann, warum einige Körper eine Verbindungsfähigkeit mit einander zeigen und andere nicht.

Die Erfolge, welche sich bei der Verbindung heterogener Körper zu erkennen geben, nach welchen sich aus homogenen Mischungen vorzugsweise — jedoch immer nur unter ganz be=

stimmten Umständen des Luftdrucks, der Temperatur, des Concentrationszustandes u. s. f. — einige specifisch geartete Körper aussondern, während die anderen in die flüssige Mischung eingegangenen Bestandtheile in derselben zurück bleiben, haben zu den Vorstellungen von näherer und entfernterer Verwandtschaft der Körper zu einander geführt und Veranlassung gegeben, eine besondere Kraft, die der Wahlverwandtschaft, einzuführen, die dann wieder in einfache und doppelte Wahlverwandtschaft getheilt worden ist, dergestalt, daß oft eine doppelte Wahlaffinität zu Stande bringt, was die einfache nicht vermag. Will man sich durch solche Vorstellungen ein Bild von dem Vorgange bei der außerordentlich großen Anzahl von den schon wirklich ausgeführten, und bei der fast unendlichen Menge der möglicherweise noch auszuführenden chemischen Prozesse verschaffen, so ist dies Beginnen nicht allein belehrend, sondern für den praktischen Chemiker sogar nothwendig, um die verschiedenen Erfolge, die bei der Prüfung des Verhaltens des einen Körpers zu dem anderen eintreten könnten, schon im Voraus, nach der Analogie mit ähnlichen Verbindungen und Trennungen, zu beurtheilen, und die bereits gewonnenen Erfahrungen festzuhalten; aber die Ursache des Erfolges von einer der Materie beiwohnenden Kraft der Wahlverwandtschaft abzuleiten, zufolge welcher sich ein bestimmt gearteter Körper vorzugsweise mit diesem und nicht mit jenem Körper vereinigt, ist nur dann zur Erklärung jenes Erfolges erforderlich, wenn die Verschiedenheit der Materie in der Verschiedenheit der Uratome gesetzt wird und wenn die

zusammengesetzten Körper aus der Gruppirung dieser Atome ihr Entstehen ableiten. Bei der dynamischen Ansicht vom Wesen der Materie und von der Bildung der specifisch gearteten Körper, ist es überflüssig, noch eine besondere Kraft zu Hülfe zu nehmen, indem die Kohäsionskraft selbst, nämlich die der Materie wesentliche bildende Kraft, vollkommen hinreicht, die Nothwendigkeit der Bildung eines specifisch gearteten Körpers aus einer homogenen Mischung, unter gegebenen und bestimmten Umständen, einzusehen. Wäre die Wahlverwandtschaft eine der Materie beiwohnende besondere Kraft, so würde ihre Wirkung unter allen Umständen erkannt werden müssen und es würde ganz unzulässig sein, einmal die Kraft der Affinität so groß anzunehmen, daß die Kohäsionskraft (im atomistischen Sinne) als verschwindend klein gedacht werden muß, und dann wieder jener Kohäsionskraft die Fähigkeit beizulegen, den Erfolg des chemischen Prozesses abzuändern. In diesen Irrthum ist auch Berthollet verfallen, indem er die Wirkungen der Wahlverwandtschaft (nicht der Affinität, als Ausdruck für die Verbindungsfähigkeit der heterogenen Körper mit einander) und die Wirkungen der Kohäsionskraft (nicht nach atomistischen, sondern nach dynamischen Vorstellungen) mit seinen Massenverhältnissen in Uebereinstimmung zu bringen suchte.

Bei der Bildung und der Entwickelung der Organismen, die man auch gerne rein chemisch erklären mögte, hat man von den näheren und entfernteren Verwandtschaftskräften noch keine allgemeine Anwendung machen können. Wenn aber die

Bildung eines unorganischen Individuums specifischer Art dadurch erklärt wird, daß seine Bestandtheile, durch die Kraft der Verwandtschaft angetrieben, sich aggregiren und gruppiren; so ist man nicht weit davon entfernt, zu behaupten, daß die Bestandtheile der Nahrungsmittel eine größere Verwandtschaft zum Pflanzen- oder zum Thierkörper haben, als sie unter sich in der Zusammensetzung des Nahrungsmittels ausüben. Was man früher auch wohl das Assimilationsvermögen des lebenden organischen Körpers genannt hat, ist die innere organisirende Thätigkeit, welche sich bei jedem unorganischen Körper von bestimmter Art ebenfalls ausspricht und hier in der einfachen Form als Kohäsion zur Erscheinung kommt.

Keine von allen Theorieen kann und wird jemals den Grund der Veränderungen anzugeben im Stande sein, welche die Körper bei ihrer chemischen Verbindung mit einander erfahren. Es läßt sich die Ursache nicht auffinden, warum einige Körper durch ihre Verbindung mit Sauerstoff alkalische, andere saure Reaction, noch andere bei verschiedenen Verbindungsstufen sogar beide Reactionen zeigen. Dies saure und alkalische Verhalten richtet sich eben so wenig als die Oxydabilität, oder als das specifische Gewicht des elementaren Substrats, nach der Menge des Sauerstoffs, mit welchem sich die Basis verbindet. Wie entsteht durch das Zusammentreffen von flüchtigen ein feuerbeständiger, wie durch das von feuerbeständigen ein flüchtiger Körper? wie durch die Verbindung von unschmelzbaren und von strengflüssigen ein leicht-

flüssiger, durch die Vereinigung von leichtauflöslichen ein unauflöslicher Körper? Einige Körper werden durch Verbindung mit Sauerstoff feuerbeständiger, wie die Metalle der Alkalien, Zink, Kadmium u. s. f. Andere, die durchaus feuerbeständig sind (Kohle), werden durch die Vereinigung mit Sauerstoff flüchtig; noch andere (Arsenik, Antimon, Mangan) sind in einem Verbindungsverhältniß mit Sauerstoff leicht, in einem andern Mischungsverhältniß schwer oder gar nicht zu verflüchtigen. Zwei flüchtige Körper (Zink und Schwefel) werden durch die Verbindung mit einander durchaus feuerbeständig. Ein feuerbeständiger Körper (Eisen, Blei, Silber u. s. f.) fixirt den flüchtigen (Schwefel). Ein flüchtiger Körper (Schwefel) macht einen feuerbeständigen (Kohle) flüchtig. Ein sehr strengflüssiger Körper (Eisen) wird durch Verbindung mit einem unschmelzbaren (Kohle) ziemlich leichtflüssig. Kali und Weinsteinsäure, zwei Substanzen, die äußerst leicht auflöslich sind, geben, in einem gewissen Verhältniß mit einander verbunden, ein sehr schwer auflösliches Salz. Barytерde und Schwefelsäure stellen eine ganz unauflösliche Verbindung dar. Chlor giebt mit einigen Metallen ganz unauflösliche, mit anderen an der Luft zerfließende Verbindungen. — Die Natur der sich bildenden Arten läßt sich daher in ihrem partikulären Verhalten und in ihrer chemischen Reaction zu andern Körpern, durchaus nicht auf die Beschaffenheit ihrer Bestandtheile zurück führen. Am wenigsten ist die Atomenlehre geeignet, aus der Zusammensetzung der Körper ihre Eigenschaften abzuleiten, denn die entstehenden neuen Arten sind und blei-

ben ihr nur Aggregate von Uratomen, die bloß durch äußere Kräfte zusammengehalten werden.

Wenn unter chemischer Verwandtschaft die Verbindungsfähigkeit der Körper überhaupt verstanden wird, so ist der Ausdruck sehr angemessen gewählt, indem er die nicht bekannte Ursache bezeichnet, warum sich die Körper mit einander vereinigen. Die Unbestimmtheit des Ausdrucks ist es gerade, die ihn empfiehlt, indem sie dazu dient, irrige, oder wenigstens einseitige Vorstellungen über die Ursache der Verbindungsfähigkeit der Körper abzuhalten. Die Umstände, unter welchen sie sich zeigt, sind von dem chemischen Verhalten der Körper zum Wasser, oder von ihrem Verhalten in der höhern Temperatur abhängig; aber es wird dem Körper die Verbindungsfähigkeit mit einem anderen deshalb noch nicht abgesprochen, wenn sich die Vereinigung beider nicht bewerkstelligen läßt, wie alle organischen Substanzen dies zeigen. Kieselerde und Manganoxydul lassen sich, einzeln und für sich allein, in der Hitze unserer Oefen nicht schmelzen, gemeinschaftlich fließen sie leicht zu einem Glase. Wenn nun die Erfahrung lehrt, daß Kieselerde und Bittererde, die beide allein in der Schmelzhitze, wie wir sie hervorbringen können, nicht schmelzbar sind, auch in Verbindung mit einander nicht geschmolzen werden können, so erblicken wir in diesem Verhalten nicht einen Mangel an chemischer Verwandtschaft zwischen der Kieselerde und der Bittererde, sondern wir finden die Ursache des verschiedenartigen Erfolges in dem abweichenden Verhalten jener Körper in der Schmelzhitze. Wenn wir uns überzeugen, daß warmes Wasser eine größere Menge von einem Körper auflöst als kaltes, so urtheilen wir nicht, daß der Körper zu dem warmen Wasser eine größere Verwandtschaft habe als zu dem kalten; eben so wenig als wir behaupten, daß ein Körper A eine größere Verwandtschaft als B zu dem Körper C deshalb besitze, weil A sich in einer größern Quantität als B mit C verbindet. In diesen und ähnlichen Fällen gilt uns der Ausdruck Verwandtschaft allein für Verbindungsfähigkeit der Körper, die nur unter gewissen Verhältnissen und Bedingungen, deren Erforschung der Gegenstand der Chemie ist, statt findet.

Anders verhält es sich mit dem Urtheil über nähere und entferntere Verwandtschaft, oder über die sogenannte Wahlverwandtschaft der Körper. Diesem Urtheil liegt der angeblich aus der Erfahrung entnommene Erfolg zum Grunde, daß die Verbindungsfähigkeit des Körpers b zu a in der Mischung ab ganz aufgeboben und vernichtet wird, wenn ein Körper c hinzutritt, der sich mit stärkerer Kraft mit a vereinigt, als b von a festgehalten wird. Solche Erfolge können nur bei der Bildung neuer Arten aus homogenen flüssigen Mischungen, bei deren aus irgend einem Grunde statt findendem Heterogenwerden, zur Erscheinung kommen und es ist daher nöthig, diese Erfolge näher zu prüfen.

Jede neutrale oder nicht neutrale Mischung bleibt, so lange sie sich im flüssigen Zustande befindet, eine chemische Verbindung nach unbestimmten Verhältnissen, in Beziehung auf die Flüssigkeit, welche als Auflösungsmittel dient. Wenn die Erfahrung allgemein bestätigt, daß sich aus den nicht neutralen gerade ebenso wie aus den neutralen Mischungen, nur bestimmt geartete Verbindungen absondern, das Verhältniß mag für den einen Körper in der heterogenen Flüssigkeit so überwiegend groß und für den andern Körper so überwiegend klein sein, als es nur immer gedacht werden mag; so kann dieser Erfolg nicht die Wirkung der chemischen Verwandtschaft, sondern er muß die Wirkung einer Kraft sein, durch welche die Art gebildet und von den übrigen Bestandtheilen der Mischung isolirt wird. Befänden sich z. B. eine Säure A und eine Base B in einem der Neutralität nicht angemessenen Verhältniß in der flüssigen Mischung, so würde man, wenn sich eine chemische Verwandtschaftskraft nur allein wirksam zeigte, nach der Entfernung des Auflösungsmittels einen Körper A + B erhalten müssen. Sondert sich aber A nur in Verbindung mit so viel B ab, als die Natur der Art fordert, und bleibt die überflüssige Menge von B dabei unwirksam, so würde es ungereimt sein, nur derjenigen Quantität von B, welche mit A die Art bildet, eine chemische Verwandtschaft zu A zuzugestehen und sie dem unverbunden bleibenden Antheil von B abzusprechen. Es ist auch für den angeführten Fall niemals im Ernst behauptet worden, daß die, von dem Verhältniß der Körper A und B in der Mischung nicht abhängige Bildung der Art, dadurch veranlaßt werde, daß sich die chemische Verwandtschaft von A zu B nur auf eine gewisse Quantität von B erstreckt und daß der überflüssige Theil

von B als nicht vorhanden zu betrachten sei. Daraus folgt, daß die Bildung der Art, von chemischer Wirkung nicht abhängig ist. Wird aber die Bildung der Art aus einer nicht neutralen Mischung A + B, nicht durch die chemische Verwandtschaft von A zu einem gewissen Theil von B bedingt, so kann auch die Bildung der Art aus einer flüssigen Mischung, in welcher sich, statt der überschüssigen Menge von B, eine Quantität von irgend einer andern Base C befindet, ebenfalls nicht der chemischen Verwandtschaftskraft zugeschrieben werden, sondern diese Absonderung wird ebenfalls der Erfolg einer Kraft sein, durch welche sich aus Mischungen nach unbestimmten Verhältnissen unter den günstigen Umständen immer nur bestimmt geartete Verbindungen absondern. Diese Betrachtung muß dann nothwendig auch auf den Fall ausgedehnt werden, in welchem aus einer flüssigen Mischung, ohne Temperaturveränderung und ohne Entfernung des Auflösungsmittels, durch Hinzufügung irgend einer Säure oder Base C, sogleich eine bestimmte Art abgesondert, oder, wie man zu sagen pflegt, niedergeschlagen wird. Ob die sich darstellende Art die Säure A, oder die Base B, oder eine Verbindung von beiden, oder eine Verbindung von A mit C, oder von B mit C sei, wird von dem Wesen der sich bildenden Art abhängig sein, aber nicht als die Wirkung einer chemischen Verwandtschaftskraft angesehen werden können.

Die sogenannte Wahlverwandtschaft oder die nähere (größere) chemische Verwandtschaft ist folglich eine der Wirkung der chemischen Verbindungsfähigkeit der Körper widerstrebende Kraft, durch welche Arten aus flüssigen Mischungen gebildet werden. Weil die chemischen Prozesse sich sämmtlich auf die Kenntniß der Erfolge zurückführen lassen, nach welchen, unter bestimmten Verhältnissen, die Bildung der Arten aus neutralen oder nicht neutralen Mischungen statt findet, so ist in dieser nur allein durch die Erfahrung zu erlangenden Kenntniß von der Natur der sich bildenden Arten, der ganze Schatz unserer chemischen Kenntnisse enthalten. Mag man die Ursache, welche dem aufgefundenen Erfolg zum Grunde liegt, mit dem Ausdruck: Wahlverwandtschaft oder nähere Verwandtschaft bezeichnen, oder mag man darin die Wirkung einer, jeder Art eigenthümlichen organisirenden Thätigkeit erkennen, immer wird man darin einig sein müssen, daß chemische Verbindungsfähigkeit und Wahlverwandtschaft nicht Wirkungen einer und derselben Kraft sein können.

Wäre die Wahlverwandtschaft eine Wirkung der Verbindungsfähigkeit der Körper, so würde es vergeblich sein, nach einem Gesetz für diese Wirkung zu forschen, weil jede Veränderung in den Quantitäten der auf einander wirkenden Körper den Erfolg des Prozesses modificiren, in vielen Fällen völlig umkehren müßte. Ungeachtet aber für die Ansicht, daß die Quantitätsverhältnisse der Körper einen Einfluß auf die Natur der sich ausscheidenden Arten äußern, noch kein einziges Beispiel bekannt geworden ist, — denn eine einzige zuverlässige Erfahrung würde dazu schon hinreichen, — so ist doch selbst die Absonderung der Arten aus den flüssigen Mischungen durch kein Gesetz von so allgemeiner Gültigkeit bestimmt, daß es sich für die verschiedenen Abtheilungen, in welche man die Körper nach der Verschiedenheit ihres chemischen Verhaltens zur Erleichterung der Uebersicht gebracht hat, stets in gleicher Weise wieder erkennen ließe. Die eigenthümliche Natur eines jeden Körpers wird vielmehr gerade daran erkannt, daß er in Verbindung mit anderen Körpern für die Bildung der Arten nicht immer denselben Gesetzen, wie ein anderer Körper aus derselben Abtheilung, unterworfen ist. Es wird daher nothwendig, die Bildung der Arten unter bestimmten Verhältnissen für jeden einzelnen Körper aufzusuchen, den man bis jetzt noch für einen einfachen anzusehen genöthigt ist. Dadurch erhalten die Untersuchungen zur Ermittelung der Erfolge für die Bildung der Arten einen fast unendlich großen Umfang, und es ist nicht zu bezweifeln, daß bis jetzt nur der kleinste Theil von den wirklich darstellbaren Arten bekannt geworden ist. Diese Bildung der Arten aus flüssigen Mischungen erfolgt unter besonderen Umständen, von denen man anzunehmen pflegt, daß es sich oft nicht mit Zuverlässigkeit entscheiden lasse, ob sie den Erfolg unmittelbar bedingen oder nur modificiren. Die letzte Annahme wird jedoch selbst nicht einmal auf die Fälle anzuwenden sein, wo einer von den Körpern, bei dem in dem Augenblick der Einwirkung stattfindenden Luftdruck, Temperatur oder Verbindungsverhältnisse, an dem Bildungsprozeß keinen Antheil mehr nimmt. Dieser Erfolg ist in der Natur der entstehenden Art gegründet, und eben deshalb ein nothwendiger, also das Resultat selbst, welches gesucht wird.

Um die Wirkungen der Wahlverwandtschaft leichter übersehen und daraus ein, wie man glaubte, allgemeines Gesetz herleiten zu können, hat man in der Hauptsache zwei Arten

von Wahlverwandtschaft, die einfache und die doppelte oder zusammengesetzte unterschieden. Unter der einfachen Wahlverwandtschaft versteht man die Erfolge, welche sich für die Bildung einer neuen Art aus einer neutralen oder nicht neutralen Mischung, durch die Einwirkung eines hinzutretenden einfachen Körpers, oder eines Körpers ergeben, der zwar kein chemisch einfacher ist, dessen Wirkung man sich aber als die eines einfachen vorstellt. Atomistisch sind es Verbindungen erster Ordnung, welche bei den Wirkungen der einfachen Wahlverwandtschaft das Heterogenwerden der flüssigen Mischung veranlassen, z. B. die Schwefelsäure, welche einer flüssigen Mischung von Salzsäure und Baryterde, oder das Kali, welches einer flüssigen Mischung von Schwefelsäure und Kupferoxyd hinzugefügt wird. Einfache Wahlverwandtschaft soll also thätig sein, wenn, im atomistischen Sinne, einfache Körper oder auch Verbindungen erster Ordnung auf Mischungen einwirken, die man als Verbindungen zweiter Ordnung betrachtet. — Als Wirkungen der doppelten oder zusammengesetzten Wahlverwandschaft werden die Erfolge angesehen, welche sich für die Bildung neuer Arten durch die Einwirkung der Verbindungen zweiter Ordnung auf Mischungen ergeben, die ebenfalls als Verbindungen zweiter Ordnung angesehen werden. Der Erfolg besteht dann in einem Austausch der Bestandtheile und man nimmt an, daß durch die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft neue Verbindungen entstehen können, welche sich durch einfache Wahlverwandtschaft nicht darstellen lassen. Eine flüssige Mischung z. B., welche salpetersaure Kalkerde enthält, wird durch Kohlensäure nicht zersetzt, wohl aber durch kohlensaures Ammoniak. Der Grund dieses Erfolges wird darin gesucht, daß die Kalkerde zwar eine größere Verwandtschaft zur Salpetersäure als zur Kohlensäure habe und daher durch diese nicht zerlegt werde, daß aber die Verwandtschaft der Kalkerde zur Kohlensäure sich wirksam zeige, wenn sie mit einer andern Basis verbunden ist, welche die Verwandtschaftskraft der Kalkerde zur Salpetersäure zu schwächen vermag.

Die Wirkungen der so genannten einfachen Wahlverwandtschaft, müssen, wegen des stärkeren chemischen Gegensatzes der auf einander einwirkenden Körper, zu einem übersichtlicheren und mehr entscheidenden Resultat führen als diejenigen Erfolge, welche als die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtschaft betrachtet werden, weil der Einfluß der Quantitätsverhältnisse und eine dadurch zu bewirkende Reci-

procität der Verwandtschaften dabei vorzüglich erkannt werden müßten, wofür sich keine zuverlässige Erfahrung anführen läßt. Ohne Zweifel hat dieser constante Erfolg für die Bildung bestimmter Arten, unter scheinbar verschiedenen Umständen, die früheren Chemiker veranlaßt, die Verwandtschaft als eine absolute, jedem Körper in einem bestimmten Grade der Stärke beiwohnende Kraft anzusehen, und aus dieser Kraft die Erscheinungen bei der Zersetzung flüssiger Mischungen abzuleiten. Eine nothwendige Folge dieser Annahme war dann, daß der Körper A genau dieselbe Ordnung in der Reihe der Verwandtschaften wie der Körper B befolgen, oder daß die für den Körper A aufgefundene Reihenfolge in der Verwandtschaft, für alle Körper derselben Art gültig sein muß. Wie sehr man von der Richtigkeit dieser Voraussetzung überzeugt war, beweisen die bekannten Verwandtschaftstafeln. Einzelne, der Voraussetzung widersprechende Erfahrungen wurden in die Tafeln als Anomalien, oder als Ausnahmen von dem aufgefundenen allgemeinen Gesetz eingetragen. Wenn auf diese Weise jedem Körper eine gewisse, nach Maaß und Zahl bestimmbare Größe der Verwandtschaftskraft beigelegt ward, so setzte man voraus, daß diese Größe eine constante sei und sich unter allen Verhältnissen so erweisen müsse. Berthollet zeigte, daß das Verhältniß der Bestandtheile in einer flüssigen Mischung für die Bildung der Arten in derselben nicht gleichgültig sei und ward dadurch auf das chemische Massenverhältniß geführt, welches er für ein Produkt aus der Verwandtschaftskraft mit der Menge des Körpers betrachtete und dadurch einen Theil derjenigen Erscheinungen erklärte, welche man bis dahin als zufällige Abweichungen in der Folgeordnung der Verwandtschaften betrachtet hatte. Kohäsionskraft, Elasticität, Efflorescenz, und in einigen Fällen das Wasser als Auflösungsmittel, dienten ihm ferner als Kräfte, welche sich den Wirkungen der Verwandtschaftskraft widersetzen. Berthollet's Untersuchungen waren ganz geeignet, Zweifel über die bis dahin angenommene Unveränderlichkeit in den Erfolgen der Verwandtschaftskräfte der Körper anzuregen, allein sie konnten den Standpunkt der Wissenschaft nicht wesentlich verändern; denn auch Berthollet betrachtet, gleich seinen Vorgängern, die einem jeden Körper zukommende Verwandtschaftskraft als den ersten und wahren Grund aller Erscheinungen, welche die Körper bei ihrer Einwirkung auf einander darbieten. Das chemische Massenverhältniß und eine Menge

von Kräften, welche der vorausgesetzten Wirkung der Verwandtschaftskraft widerstreben, dienten ihm nur als Mittel, um die Wirkungen der letzteren zu modificiren, also die unerklärt gebliebenen Ausnahmen von dem Erfolge, der als ein unveränderlicher angesehen ward, auf bestimmte Ursachen zurückzuführen. Weil aber diese Ursachen jederzeit mehr oder weniger wirksam sind, so ließ sich das vorausgesetzte allgemeine Gesetz in den Verwandtschaftsfolgen der Körper nicht mehr erkennen und man kann daher sagen, daß durch die von Berthollet eingeführten modificirenden Kräfte, die Erfolge selbst näher bestimmt worden sind, und daß die Wirkungen der Verwandtschaftskraft so untergeordnet erscheinen, daß man ihrer zur Erklärung der Verwandtschaftserfolge nur noch dem Namen nach bedarf.

Diesen Widerspruch der postulirten Wirkungen einer näheren und entfernteren Verwandtschaftskraft mit den wirklichen Erfolgen bei der Zersetzung nicht neutraler Mischungen, hat man, mit wohl nur wenig genügenden Gründen, zu heben und zu deuten gesucht. Von dem Augenblick an, als man auf die mit einer gewissen Regelmäßigkeit wiederkehrenden Erscheinungen bei den Zerlegungen einer Mischung durch einen hinzugefügten dritten Körper aufmerksam geworden war, nahm man als den Grund dieser Erscheinung die Verbindungsfähigkeit der Körper selbst, als eine in verschiedenen Graden den Körpern beiwohnende besondere Kraft in Anspruch. Von der Richtigkeit dieser Vorstellung, von welcher auch Berthollet sich nicht trennen konnte, hat man länger als ein Jahrhundert hindurch die Ueberzeugung behalten. Das chemische Massenverhältniß ist dann allerdings eine so nothwendige Folge von jener Vorstellung, daß nähere und entferntere Verwandtschaft in dem angenommenen Sinn nicht vorhanden sein können, wenn sich jenes in seinen Wirkungen nicht nachweisen läßt. Die Quelle des Irrthums würde folglich, weil jenes Massenverhältniß in der That nicht erweisbar ist, darin gesucht werden müssen, daß man die Wirkung der Kraft, durch welche die Arten aus den Mischungen abgesondert werden, mit der Verbindungsfähigkeit, welche die Körper zu einander besitzen, verwechselt hat.

Den allgemein angenommenen Vorstellungen über die Vorgänge bei den Zerlegungen durch einfache Wahlverwandtschaft, liegt im Wesentlichen die Vorstellung zum Grunde, daß sich in einer flüssigen Mischung zwei Körper B und C

mit einander im Kampf über den Besitz des Körpers A befinden. Schon diese Vorstellung steht mit dem Begriff von einer chemischen Vereinigung im Widerspruch und keine Erscheinung deutet auf einen solchen Kampf: vielmehr beweist die völlige Gleichartigkeit der Mischung eine innige chemische Verbindung, die nicht durch dieselbe Kraft, welche A, B und C vereinigte, wieder aufgehoben werden kann. Die Beschaffenheit der sich aussondernden Arten wird, bei einer gegebenen Beschaffenheit und Menge von A, B und C, durch die Natur und Eigenschaften jener Arten selbst bestimmt. Der Erfolg, nach welchem die Absonderung einer bestimmten Art statt findet, läßt sich aus der Mischung A + B + C so wenig ableiten, daß durch die Mischung an sich eben so gut die Bedingung zur Bildung eines Körpers AB, als die eines Körpers AC, oder einer jeden andern aus den Körpern A, B und C möglichen Art, gegeben ist. Gewöhnlich tritt ein solcher Erfolg wirklich ein, und wenn man dann zur Erklärung desselben die Temperaturverhältnisse oder den Concentrationszustand der Mischung als den Grund angiebt, so heißt dies nichts Anderes, als auf die eigenthümliche Natur der sich absondernden Art zurückgehen und in dieser, aber nicht in der Mischung, die Ursache ihrer Bildung finden. Sucht man aber den Grund zur Bildung der Arten in der überwiegenden Kraft, mit welcher A von B oder von C angezogen wird, so wird man zu der sonderbaren Annahme genöthigt, daß die Verwandtschaftskraft von B zu A durch die Anwesenheit von C, oder die von C zu A durch die Anwesenheit von B völlig vernichtet wird. Ein Minimum von Baryterde, die in einer tausendmal größeren Menge von Salpetersäure aufgelöst ist, als die neutrale Verbindung erfordert, wird durch so wenig Schwefelsäure, als zur Darstellung von schwefelsaurer Baryterde nothwendig ist, so vollständig von der Salpetersäure abgesondert, daß keine Spur davon in der Mischung bleibt. Wollte man nun auch ohne allen Grund der Schwefelsäure eine tausendfach größere Verwandtschaftkraft als der Salpetersäure zur Baryterde beilegen, so würde doch die letztere, wegen der tausendmal größeren Menge, mit derselben chemischen Masse wie die Schwefelsäure auf die Baryterde wirken, diese würde mit gleichen Kräften von beiden Säuren angezogen werden, oder es würde etwa die Hälfte der Baryterde in der Auflösung zurückbleiben müssen. Vergebens beruft man sich darauf, daß die Baryterde, wegen der Unauflöslichkeit der

schwefelsauren Barytерde, aus dem Wirkungskreise der Salpetersäure entfernt wird, denn der Niederschlag erfolgt unter den angenommenen Verhältnissen sehr langsam, und in unzählig vielen Fällen muß ein flüssiger Körper auf einen starren einwirken, ohne daß dadurch die chemische Verbindung verhindert wird. Aber die Unauflöslichkeit der schwefelsauren Baryterde in Salpetersäure kann, bei der gemachten Voraussetzung der chemischen Massenwirkung, nicht einmal als der Grund des Erfolges angesehen werden, denn es soll nicht erklärt werden, warum die Salpetersäure der schwefelsauren Baryterde durch ihre chemische Masse die Base nicht theilweise zu entziehen vermag, sondern warum die Schwefelsäure die durch die chemische Masse bedingte Wirkung der Salpetersäure vollständig vernichtet. Der Erfolg des Prozesses ist also nicht von der chemischen Masse der auf einander wirkenden Körper, sondern von der Natur der sich bildenden Art abhängig, und die Kraft, welche die Arten hervorruft, überwältigt die Kraft, welche eine allgemeine chemische Verbindung zu erhalten strebt. Wenn in anderen Fällen der Erfolg nicht mit einer so großen Bestimmtheit hervortritt, so kann der Grund nicht in dem chemischen Massenverhältniß, sondern er muß abermals in der eigenthümlichen Natur der sich bildenden Art gesucht werden. Die Absonderung der Arten aus flüssigen Mischungen kann daher nicht die Wirkung einer Verwandtschaftskraft sein, welcher man, als einer absoluten Kraft, eine bestimmte Größe beilegt, sondern sie ist die Wirkung einer eigenthümlichen bildenden Thätigkeit der Materie, die der Kraft, mit welcher die chemische Verbindung in der Mischung zusammengehalten wird, entgegen wirkt.

Die Untersuchungen über die Folgeordnung, in welcher sich die Körper von einem und demselben dritten abscheiden, oder vielmehr in welcher vorzugsweise bestimmt geartete Verbindungen gebildet werden, haben wesentlich dazu beigetragen, die chemischen Eigenschaften der Arten selbst näher kennen zu lernen, und sie gehören noch jetzt so sehr zu den wichtigsten Gegenständen, mit welchen sich die Chemie beschäftigt, daß man wohl sagen kann, sie allein sind der Zweck aller chemischen Forschungen. Wenn man aber schon seit Gellert die Nothwendigkeit eingesehen hat, die Verwandtschaftserfolge auf dem nassen und trockenen Wege zu unterscheiden, so liegt darin das Zugeständniß, daß die angenommene Verwandtschaftskraft keine absolute Kraft, sondern daß

der Erfolg von der Natur der sich bildenden Arten abhängig ist. Wir wissen indeß, daß es nicht die Temperatur allein ist, welche über die in jedem einzelnen Fall entstehenden Arten entscheidet, sondern daß auch der Concentrationszustand der Flüssigkeit, schnelle oder langsame Entfernung des Auflösungsmittels und viele andere Umstände von Einfluß sind, so daß man für diese verschiedenen Fälle wieder verschiedene Verwandtschaftstafeln entwerfen müßte, um den Erfolg mit einiger Zuverlässigkeit aus den Tafeln vorausbestimmen zu können. Welche Folgerung läßt sich anders daraus ziehen als die, daß nicht die Mischung über die Bildung der Arten entscheidet, sondern die Umstände, unter welchen die in der Mischung verbundenen Körper auf einander wirken, und dies heißt wieder nichts Anderes als daß es die Natur der sich absondernden Arten selbst ist, durch welche der Erfolg des Prozesses für jeden gegebenen Fall bedingt wird.

Will man, wie wohl geschieht, die Bildung der basischen Verbindungen als Beweise für die chemische Massenwirkung anführen, so vergißt man, daß diese basischen Verbindungen selbst eigenthümliche Arten sind und daß sie sogar als die überzeugendsten Beweise von dem Nichtvorhandensein der chemischen Massenwirkung dienen, weil das größte Uebermaaß des sogenannten Fällungsmittels eine vollständige Zersetzung nicht zu bewirken vermag. Ebenso wird durch die Bildung derjenigen Arten, welche unter dem Namen der sauren Salze bekannt sind, in manchen Fällen die gleichzeitige Bildung anderer Arten, welche sonst wohl nicht entstanden sein würden, veranlaßt oder wenigstens begünstigt.

Ob aus einer flüssigen Mischung diese oder jene Art vorzugsweise gebildet werden wird, läßt sich ohne Erfahrung nicht entscheiden. Wenn aber das chemische Verhalten der verschiedenen Arten bekannt ist, welche sich aus der Mischung möglicher Weise absondern können, so wird sich der Erfolg, zwar nicht immer, jedoch in vielen Fällen, mit einiger Zuverlässigkeit voraussehen lassen. Die verschiedenen Grade der Auflöslichkeit der darstellbaren Arten in der gegebenen Flüssigkeit, entscheiden fast in der Regel über diesen Erfolg, der also abermals nicht in der Natur der Mischung, sondern in der des entstehenden Körpers selbst begründet ist. Bei Mischungen, welche die Bildung von Arten zulassen, die in der Auflösbarkeit nicht sehr verschieden sind, ist daher nur selten ein scharfes Resultat zu erwarten. Die Arbeiten der Chemi-

ker würden ungemein erleichtert werden, wenn sich die bildende Thätigkeit der Materie dem Streben zur Aufrechthaltung der allgemeinen chemischen Verbindung häufiger in einem so überwiegenden Grade entgegen stellte, daß sich die entstehenden Arten vollständig und fast augenblicklich aus der Mischung absonderten, wie dies beispielsweise bei dem Schwerspath und dem Hornsilber der Fall ist.

Die sogenannte Reciprocität der Verwandtschaftserfolge wird eintreten, wenn die Thätigkeit zur Bildung bestimmter Arten durch veränderte Temperatur- und Concentrations-Verhältnisse der flüssigen Mittel in veränderter Art geweckt wird. Bleiben diese Verhältnisse durchaus dieselben, so werden sich auch nothwendig immer dieselben Arten absondern, und in diesem Sinne ist die Annahme einer Reciprocität der Verwandtschaftserfolge allerdings nicht zulässig. Aus einer Mischung, in welcher sich zwei Körper A und C, und ein dritter B von entgegengesetzter Natur befinden, können aber sehr verschiedenartige Verbindungen abgesondert werden; allein das Bestimmende für die Absonderung bleibt immer die entstehende Art selbst, denn wenn der Erfolg durch die Kraft einer größeren oder geringeren Verwandtschaft von A oder von B zu C bestimmt würde, so könnte A das Mischungsverhältniß von B + C nicht abändern, wenn das von A + C durch A gestöhrt oder verändert wird.

Löst man chromsaures Kali in verdünnter Salpetersäure auf, so erhält man eine Mischung, aus welcher sich in der gewöhnlichen Temperatur Krystalle von Salpeter absondern. Derselbe Erfolg findet statt, wenn salpetersaures Kali in Chromsäure aufgelöst wird. Die Quantitätsverhältnisse der Chromsäure zum Salpeter haben auf diesen Erfolg also keinen Einfluß. Wenn man daraus geschlossen hat, daß die Salpetersäure eine größere Verwandtschaft zum Kali habe als die Chromsäure, so heißt das eben so viel als daß sich aus einer nicht neutralen Mischung, welche Kali, Salpetersäure und Chromsäure enthält, immer nur eine Art, nämlich Salpeter, aussondert, vorausgesetzt, daß die Salpetersäure in der zum Neutralisiren des Kali erforderlichen Menge vorhanden ist. Die Mischung wird also nur dadurch heterogen, daß sich die Kraft, welche den Salpeter zu bilden strebt, vorzugsweise thätig erweist. — Wird Digestivsalz in verdünnter Salpetersäure aufgelöst, so setzen sich aus der Mischung in der gewöhnlichen Temperatur nach und nach einige Krystalle

von Digestivsalz ab, welche demnächst aber verschwinden, so daß, wenn die Mischung eingetrocknet ist, zuletzt nur Salpeter als Rückstand gefunden wird. Das Digestivsalz ist folglich durch die Salpetersäure völlig zersetzt und das Chlor als salzsaures Gas verflüchtigt worden. In erhöheter Temperatur findet die Zersetzung ungleich schneller statt, aber unter veränderten Erscheinungen. Je höher die Temperatur und je concentrirter die Salpetersäure, desto mehr Säure wird zur vollständigen Zerlegung einer und derselben Quantität Digestivsalz erfordert, weil in demselben Verhältniß größere Quantitäten Chlor auf Unkosten der Salpetersäure gebildet werden. Läßt man eine völlig concentrirte Salpetersäure in der Siedhitze auf Digestivsalz einwirken, so entbindet sich nur allein Chlor, und kein salzsaures Gas. In allen Fällen ist der Rückstand Salpeter. Wird umgekehrt Salpeter in Salzsäure aufgelöst, welche nur mit so viel Wasser verdünnt worden ist, daß die Auflösung des Salpeters erfolgen kann, so setzen sich aus der Mischung in der gewöhnlichen Temperatur ebenfalls Krystalle von Digestivsalz ab, welche in großer Menge zunehmen, sich dann wieder vermindern und zuletzt, wenn die Mischung trocken zu werden anfängt, ganz verschwinden. Untersucht man den völlig eingetrockneten Rückstand, so zeigen sich oft nur Spuren von Digestivsalz, wenn die Temperatur im Verlauf des ganzen sehr langsam erfolgenden und oft mehrere Wochen erfordernden Prozesses nicht über + 4 bis 5° gestiegen ist. Mit der Menge der angewendeten Salzsäure und mit der Erhöhung der Temperatur nimmt das Verhältniß des Digestivsalzes zum Salpeter in dem Rückstande zu, und durch wiederholte Aufgüsse von Salzsäure gelingt es auch in der gewöhnlichen Temperatur, den Salpeter ganz in Digestivsalz umzuändern, ein Erfolg, der durch Temperaturerhöhung beschleunigt wird. Die Ursache dieser scheinbaren Reciprocität des Verwandtschaftserfolges ist so bekannt, daß es überflüssig ist, dabei zu verweilen: aber die Erscheinungen würden kein Anhalten geben, ein zuverlässiges Urtheil darüber zu fällen, ob man der Salpetersäure oder der Salzsäure eine nähere Verwandtschaft zum Kali beilegen soll, wenn man sich dazu nicht durch die Quantitätsverhältnisse bestimmen ließe, indem bei einer niedrigen Temperatur nur ein geringer Ueberschuß von Salpetersäure über die zum Neutralisiren des Kali erforderliche Menge, zur Umwandlung des Digestivsalzes in Salpeter schon hinreicht, wogegen die Salzsäure immer

in großem Uebermaaß angewendet werden muß, um den Salpeter vollständig zu zerlegen und in Digestivsalz umzuändern. Dieser Annahme einer größern Verwandtschaft der Salpetersäure zum Kali widerspricht aber die anfängliche Bildung des Digestivsalzes aus den flüssigen Mischungen, sowohl aus der des Digestivsalzes mit Salpetersäure, als aus der des Salpeters mit Salzsäure. Wenn daher auch die Reciprocität der Verwandtschaftserfolge in der Zerlegung der Salpetersäure durch die Salzsäure eine vollständige und genügende Erklärung findet, so wird doch die allgemein angenommene nähere Verwandtschaft der Salpetersäure zum Kali, wegen der anfänglichen Ausscheidung des Digestivsalzes, bezweifelt werden müssen, indem die später wieder eintretende Zerlegung desselben nnr durch die Verflüchtignng und die dadurch bewirkte Entfernung der Salzsäure aus dem Wirkungskreise möglich gemacht wird. Die Wahrheit ist, daß sich über die Verwandtschaftsgrade der Salz- und Salpetersäure zum Kali, in dem bisher angenommenen Sinne, nichts bestimmen läßt, sondern daß sich die Arten aussondern, so wie es ibrer Natur für den augenblicklichen Zustand der Mischung angemessen ist. Einige Chlorverbindungen, z. B. das Hornsilber, besitzen die Eigenschaft, von der concentrirten Salzsäure aufgelöst zu werden; andere, wie das Digestivsalz, das Kochsalz, der salzsaure Baryt sind darin so vollkommen unauflöslich, daß sie aus ihren gesättigten wässrigen Auflösungen sogar durch Salzsäure größtentheils niedergeschlagen werden. Es wird daher einen Concentrationszustand der vorher genannten Mischungen geben, bei welchem sich diese Eigenthümlichkeit des Digestivsalzes geltend macht, so daß die Mischungskraft durch die Kraft überwunden werden kann, welche das Digestivsalz, — zu dessen Bildung die Bedingungen in der Mischung enthalten sind, — darzustellen strebt. Wird zu einer concentrirten wässrigen Kochsalzauflösung nicht zu stark verdünnte Schwefelsäure getröpfelt, so sondert sich sogleich eine große Quantität Kochsalz ab, weil durch den Zutritt der Schwefelsäure der Zustand der Mischung verändert und die Thätigkeit erhöhet wird, zufolge welcher das Kochsalz sich als besondere Art wieder darzustellen strebt. Ebenso wird Kochsalz niedergeschlagen, wenn zu einer gesättigten wässrigen Auflösung desselben concentrirte Salpetersäure gebracht wird. Versetzt man eine in einer höheren Temperatur gesättigte wässrige Auflösung von Salpeter mit Schwefelsäure, und kühlt die Mischung

schnell bedeutend ab, so ist der zuerst sich bildende Niederschlag reiner Salpeter, weil sich die Mischung in Verhältnissen befindet, unter welchen sich die Bildungskraft vorzugsweise wirksam zeigen und den Salpeter aus der flüssigen Mischung absondern kann. — Eine gesättigte Auflösung von salzsaurem Baryt gibt mit concentrirter Salpetersäure einen Niederschlag von salpetersaurer Baryterde, worin sich keine Spur von Salzsäure befindet, indem sich die salpetersaure Schwererde wegen ihrer Schwerauflöslichkeit absondert. Umgekehrt schlägt concentrirte Salzsäure aus einer gesättigten Auflösung von salpetersaurer Baryterde salzsauren Baryt nieder, welches keine Spur von Salpetersäure enthält, weil die Eigenschaft des Chlorbaryum, in Salzsäure unauflöslich zu sein, sich geltend machen kann. Der Erfolg läßt sich also nicht auf ein Verwandtschaftsspiel der beiden Säuren zu der Base zurückführen, sondern er findet seinen Grund in der eigenthümlichen Natur der Arten, welche sich, sobald die Umstände die Bildung begünstigen, wirksam zeigt.

Die Absonderung der Arten aus neutralen oder nicht neutralen Mischungen wird also aus der Annahme einer näheren und entfernteren Verwandtschaft, als einer absoluten Kraft, nicht erklärt werden können. Wäre die Wahlverwandtschaft wirklich eine absolute Kraft, so müßte auch das chemische Massenverhältniß nothwendig sein Recht üben. Unter vielen andern Beispielen liefert das Verhalten des Doppelsalzes aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd den Beweis, daß ein solches Massenverhältniß nicht vorhanden ist. Wird zu der gesättigten wässrigen Auflösung dieses Salzes Salpetersäure im größten Uebermaaß hinzugefügt, so sondert es sich in schönen Krystallen wieder aus der Mischung ab, und zwar in demselben Verhältniß, in welchem sich die Flüssigkeit durch langsames Verdunsten an der Luft vermindert, ein Erfolg, welcher mit der Annahme einer chemischen Massenwirkung nicht vereinbar ist.

Die einfachste Erscheinung, welche neutrale Mischungen bei ihrer Einwirkung auf einander darbieten, wodurch die Vorstellung von näheren und entfernteren Verwandtschaftskräften durch Wirkung doppelter Wahlverwandtschaft ganz entfernt wird, ist die, daß sich oft neue Arten nicht absondern, wo die Bildung derselben zuversichtlich hätte erwartet werden müssen. Gießt man die bei einer bestimmten Temperatur, z. B. bei $+ 6^{0}$ gesättigten wässrigen Auflösungen von Digestivsalz und salpetersaurem Baryt zusammen, so erfolgt eben

so wenig ein Niederschlag, als bei dem Zusammengießen der gesättigten Auflösungen von salzsaurem Baryt und salpetersaurem Kali. Keinen Niederschlag geben ferner die bei + 10° gesättigten Auflösungen von schwefelsaurer Bittererde mit Salpeter, von Digestivsalz mit Bittersalz, von Kupfervitriol mit Salpeter. Einige von diesen Mischungen, z. B. die des Glaubersalzes mit Salpeter, lösen sogar noch Bittersalz auf; aus anderen, wie aus der des Digestivsalzes mit Bittersalz und des Kupfervitriols mit Salpeter, sondern sich, nach Verlauf einiger Stunden, bei gleich bleibender Temperatur und in verschlossenen Gefäßen sehr langsam Krystalle ab. *) — In einigen Fällen werden durch allmäliges Verdunsten des Auflösungsmittels Arten gebildet, die man nach der angenommenen Wahlverwandtschaftsordnung nicht erwarten sollte. So sollten z. B. aus einer Mischung von wässrigen Auflösungen des Kochsalzes mit schwefelsaurem Kali dieselben Arten wieder erhalten werden. Bei einer langsamen Verdunstung in einer Temperatur von + 8° erhält man aber Krystalle von Glaubersalz, schwefelsaurem Kali und Digestivsalz, und es bleibt eine große Quantität Mutterlauge zurück, aus welcher sich nur durch Erhöhung der Temperatur eine Salzgerinnung darstellen läßt. — Wie wesentlich die Temperaturunterschiede auf die Bildung der Arten einwirken, davon geben Kochsalz und Bittersalz ein längst bekanntes, aber sehr belehrendes Beispiel.

Ob sich bei neutralen Mischungen durch Wirkung der doppelten Wahlverwandtschaft ein Einfluß des chemischen Massenverhältnisses zeigt, würde sich nachweisen lassen, wenn die Erfolge bei verschiedenen Verhältnissen der auf einander wirkenden Verbindungen verschieden sind. Dann müßten bei gleichen Mischungsgewichten der beiden neutralen Verbindungen $a + b$ und $\alpha + \beta$ andere Individuen als bei 2 Mischungsgewichten von der einen und einem M. G. von der anderen Verbindung u. s. f. entstehen, wovon jedoch kein Beispiel vorhanden ist. Daß überhaupt, bei gleichem Mischungsgewicht der Verbindungen immer ein vollständiger Austausch der Säure und Basen statt finde, ist keinesweges erwiesen und kann sich auch nur auf die Fälle beschränken, wo Arten

*) Bei der Betrachtung der Quantitätsverhältnisse der flüssigen Mischungen sind bereits viele ähnliche Beispiele mitgetheilt, worauf hier zu verweisen ist.

gebildet werden, die sich der allgemeinen Mischung leicht entziehen. In einigen Fällen findet ein solcher Erfolg wirklich statt, welcher nicht durch die Schwerauflöslichkeit der sich aussondernden Art, sondern durch die bildende Thätigkeit derselben zu erklären ist. Der Alaun z. B., ein bekanntlich aus 3 M. G. schwefelsaurer Thonerde und 1 M. G. schwefelsaurem Kali bestehendes Doppelsalz, krystallisirt unverändert aus einer flüssigen Mischung, worin sich 1 M. G. Alaun und 3 M. G. Salpeter oder Digestivsalz befinden, obgleich, nach den Regeln der Verwandtschaftsfolge, die 3 M. G. schwefelsaure Thonerde in dem Alaun durch die 3 M. G. Salpeter oder Digestivsalz vollständig zersetzt werden sollten. Dagegen werden aus einer flüssigen Mischung, worin sich 1 M. G. Alaun und 3 M. G. neutrales oxalsaures Kali befinden, 2, äußerst leicht auflösliche und durch Alkohol nicht trennbare Salze erhalten, von denen das eine ein Doppelsalz aus oxalsaurer Thonerde mit oxalsaurem Kali ist. Kupfervitriol und schwefelsaures Kali bilden leicht ein Doppelsalz, aber aus einer Mischung, in welcher Alaun und Kupfervitriol aufgelöst sind, werden bei allen Verhältnissen beider Salze immer nur wieder Alaun und Kupfervitriol erhalten. Das schwefelsaure Kupferoxyd-Kali, ein Doppelsalz, welches bekanntlich aus 1 M. G. schwefelsaurem Kali und 1 M. G. schwefelsaurem Kupferoxyd besteht, wird ebenfalls weder durch Salpeter noch durch Digestivsalz zersetzt, wenn beide auch im größten Uebermaaß angewendet werden. Das Doppelsalz verbindet sich auch weder mit schwefelsaurem Kali, noch mit Kupfervitriol, so daß sich Kali und Kupferoxyd nur zu gleichen Mischungsgewichten mit der Schwefelsäure zu einem Doppelsalz vereinigen. Salpetersaures Kupferoxyd und Salpeter geben bei keinem Verhältniß ein Doppelsalz, wie man erwarten müßte, wenn die Mischung über die Natur der sich bildenden Arten entschiede und wenn es nicht die Art selbst wäre, durch welche der Erfolg des Prozesses bestimmt wird.

Die Erscheinungen, welche sich bei der wechselseitigen Einwirkung des Kupfervitriols und des Salpeters auf einander darbieten, gewähren ein großes Interesse, indem sie zeigen, daß die Bildung der Arten von Umständen abhängig ist, die mit den angenommenen Verwandtschaftskräften nicht vereinbar sind. Nach der allgemeinen, durch die Erfahrung in vielen Fällen aufgefundenen Regel, ist das Kali dem Kupferoxyd fast eben so sehr an Verwandtschaftskraft überlegen, als die

Schwefelsäure der Salpetersäure. Es läßt sich daher beim Zusammenmischen von gleichen Mischungsgewichten Kupfervitriol und Salpeter eine vollständige Zersetzung erwarten, denn kaum giebt es noch günstigere Fälle, wo eine stärkere Basis, an einer schwächeren Säure gebunden, einer schwächeren, an der stärksten Säure gebundenen Basis gegenübersteht. Man wähle aber ein Verhältniß beider Salze gegen einander, welches man will, so wird niemals ein Austausch der Säuren und Basen statt finden und bei keinem Verhältniß wird schwefelsaures Kali gebildet werden. Immer sondert sich aus der gemeinschaftlichen Auflösung beider Salze, durch Ruhe und allmäliges Verdunsten an der Luft, zuerst das Doppelsalz aus schwefelsaurem Kali und schwefelsaurem Kupferoxyd ab, dessen Bildung bis zur völligen Beendigung des Prozesses, nämlich bis zum Trockenwerden der Mischung, fortdauert, aber wegen der dann gleichzeitig statt findenden Aussonderung der übrigen Arten nicht mehr so bestimmt verfolgt werden kann. Beruft man sich nun darauf, daß es die Bildung eines Doppelsalzes sei, durch welche die Wirkung der Verwandtschaftskräfte modificirt werde; so heißt dies so viel, daß der Grund des Erfolges nicht in der Mischung, sondern in der Natur der sich bildenden Art gesucht werden muß.

Dieser allgemeine Betrachtung über das Irrthümliche der Vorstellungsart, die Erfolge der chemischen Einwirkung der Körper auf einander durch angenommene größere oder geringere Verwandtschaftskräfte zu erklären, wobei die letztern von der erstern ganz überwältigt werden sollen, mögen hier nun die Versuche folgen, welche über die Zersetzungen verschiedener Salzauflösungen durch Oxyde angestellt worden sind. Die Salzauflösungen wurden, wenn nicht das Gegentheil bemerkt worden ist, im gesättigten Zustande angewendet, und blieben in solchen Fällen, wo durch Schwerauflöslichkeit eine langsame Einwirkung statt findet, 10 Monate lang stehen, ehe eine Untersuchung der Beschaffenheit der Mischungen und der Rückstände vorgenommen ward. Die Temperatur variirte zwischen 12 und 15 Gr. R. Um den Zutritt der Kohlensäure aus der Luft abzuhalten, wurden die Salzauflösungen mit den Oxyden, die auf sie einwirken sollten, in gläserne Flaschen mit eingeriebenen Glasstöpseln gebracht und dann noch mit einer Thierblase zugebunden. Von Zeit zu Zeit, besonders in den ersten Wochen, wurde der Inhalt der Flaschen wöchentlich einige Male durch Schütteln in Bewegung gesetzt.

Wird eine möglichst concentrirte wässrige Auflösung von kohlensaurem Kali mit Kalkwasser versetzt, so bleibt die Mischung lange Zeit klar und ungetrübt. Ist die Auflösung verdünnt, so stellt sich augenblicklich ein Niederschlag von kohlensaurem Kalk ein. — Wenn statt des Kalkwassers reine Kalkerde (Aetzkalk) angewendet wird, so bleibt sie in einer concentrirten Auflösung des kohlensauren Kali ätzend, wird aber in einer verdünnten Auflösung sogleich in kohlensaure Kalkerde umgeändert. — Dieselben Erfolge zeigen sich, wenn statt des Kalkwassers oder der reinen Kalkerde, Barytwasser oder reine Baryterde den Auflösungen des kohlensauren Kali hinzugefügt werden.

Frisch gefällte kohlensaure Kalkerde und Barytwasser wirken nicht auf einander und letzteres nimmt eben so wenig eine Spur von Kalkerde auf, als sich in der kohlensauren Kalkerde eine Beimengung von etwas kohlensaurer Baryterde auffinden läßt. — Eben so zeigen auch frisch gefällte kohlensaure Baryterde und Kalkwasser sogleich keine Einwirkung auf einander. Wenn aber die Mischung lange Zeit stehen bleibt, so setzt sich an den Wandungen des Gefäßes nach und nach eine weiße Rinde ab, die aus kohlensaurer Kalkerde besteht und es findet sich Baryterde in der Flüssigkeit aufgelöst.

Wenn eine stark verdünnte wässrige Auflösung von salpetersaurer Kalkerde mit Barytwasser versetzt wird, so bleibt die Mischung klar. Ist die Auflösung weniger verdünnt, so schlägt sich Kalkerde nieder, und ist sie concentrirt, so besteht der Niederschlag aus salpetersaurem Baryt und aus Kalkerde. — Eine wässrige Auflösung von salpetersaurer Kalkerde nimmt noch viel Baryterde auf; die flüssige Mischung bleibt klar, wenn ein Luftzutritt nicht stattfindet. Kann aber Kohlensäure hinzutreten, so setzt sich eine Rinde von kohlensaurer Kalkerde ab und zugleich kommen dann, — wenn die wässrige Auflösung hinreichend concentrirt war, — Krystalle von Barytsalpeter zum Vorschein. Wendet man mehr Baryterde an, als die salpetersaure Kalkerdeauflösung aufzunehmen vermag, so bleibt die im Uebermaaß vorhandene Baryterde unverändert zurück.

Wird eine concentrirte Auflösung von salzsaurer Kalkerde in Wasser mit Barytwasser versetzt, so entsteht ein schwacher Niederschlag von Aetzkalk. War die wässrige Auflösung der salzsauren Kalkerde nicht concentrirt, so bleibt die flüssige Mischung nach dem Zusatz des Barytwassers klar. — Eine wässrige Auflösung von salzsaurer Kalkerde verhält sich mit Baryterde eben so wie die salpetersaure Kalkerde.

Eine wässrige Auflösung von salzsaurem Baryt bleibt in allen Concentrationszuständen klar, wenn sie mit Kalkwasser versetzt wird. — Wird reine Kalkerde statt des Kalkwassers angewendet, so löst die flüssige Mischung noch etwas Kalkerde auf; der im Uebermaaß vorhandene Kalk bleibt unverändert zurück.

Weder die salpetersaure noch die salzsaure Kalkerdenauflösung in Wasser besitzt die Eigenschaft die Bittererde aufzulösen, vielmehr scheint die Auflösbarkeit der letzteren in jenen Mischungen geringer zu sein als im Wasser.

Wenn eine wässrige Auflösung von salzsaurer Bittererde mit Kalkwasser versetzt wird, so trübt sich die Flüssigkeit bald, mit Absonderung von schleimiger Bittererde, die noch etwas Salzsäure zurückhält. — Wird Kalkerde statt des Kalkwassers angewendet, so bleibt, wenn die Kalkerde in zureichender Quantität vorhanden ist, keine Bittererde in der flüssigen Mischung zurück.

Eben so ist das Verhalten der wässrigen Auflösung von salzsaurer Bittererde mit Barytwasser und mit Baryterde. Wird die wässrige Auflösung der salzsauren Bittererde in einem ganz gesättigten Zustande angewendet und mit Barytwasser versetzt, so bildet sich eine schleimige Flüssigkeit, aus welcher der Niederschlag nur durch Verdünnen mit Wasser, und auch dann erst nach einigen Tagen, zum Sinken gebracht werden kann. Dieser Niederschlag enthält keine Spur von Salzsäure, aber er besteht aus einer Verbindung von Bittererde und Baryterde, in noch näher zu bestimmenden Verhältnissen.

Weder die salzsaure noch die salpetersaure Baryterde besitzt die Eigenschaft von der zu ihren wässrigen Auflösungen hinzugefügten Bittererde etwas aufzulösen. Die flüssige Mischung und die Bittererde bleiben unverändert.

Eine wässerige Auflösung von Glaubersalz löst Baryterde auf, welche sodann als Schwerspath wieder abgesondert wird. Wenn genug Baryterde vorhanden ist, so läßt sich in der Flüssigkeit nur Aetznatron und Baryterde auffinden.

Eine wässrige Auflösung von Glaubersalz muß vollkommen gesättigt sein, wenn sie mit Kalkwasser einen Niederschlag geben soll. Wendet man statt des Kalkwassers reine Kalkerde an, so löst sie sich langsam auf und wird in Gips verwandelt. Aus der flüssigen Mischung lassen sich Aetznatron, Gips und Kalk darstellen, wenn eine hinreichende Menge Kalkerde zur Auflösung vorhanden war.

Die Bittererde ist in einer wässrigen Auflösung von Glaubersalz nicht auflöslich, weshalb beide Substanzen nicht auf einander wirken. — Wird ätzendes Natron in eine concentrirte Auflösung von Bittersalz gebracht, so bleibt die Flüssigkeit lange klar; ist die Auflösung sehr verdünnt, so wird sogleich ein Niederschlag von reiner Bittererde gebildet. Bei einem gewissen (noch näher zu bestimmenden) Concentrationszustande der Bittersalzauflösung wird basische schwefelsaure Bittererde gebildet, deren Verbindungsverhältnisse noch zu ermitteln bleiben.

Eine wässrige Auflösung von Glaubersalz löst nicht Zinkoxyd auf, weshalb keine Wirkung zwischen beiden Substanzen eintritt. — Eine wässrige Auflösung des Zinkvitriols giebt mit Aetznatron Niederschläge, deren Beschaffenheit von dem Concentrationszustande der flüssigen Mischung abhängig ist. Nur bei der Anwendung einer sehr verdünnten Auflösung ist der Niederschlag reines Zinkoxyd; bei concentrirten Auflösungen bilden sich basische schwefelsaure Zinksalze, deren Gehalt an Schwefelsäure nach dem Concentrationszustande der Mischung veränderlich zu sein scheint.

Eine wässrige Auflösung von Glaubersalz löst nur sehr langsam etwas frisch bereitetes und nicht ausgeglühetes Bleioxyd auf, welches als Bleivitriol wieder abgesondert wird, unter Bildung von ätzendem Natron in der flüssigen Mischung. — Bei der Anwendung von Glätte zeigen sich nach 10 Monaten nur Spuren von Bleivitriol und die Flüssigkeit giebt die Anwesenheit des Aetznatron nur durch Reaction gegen Lakmuspapier zu erkennen.

Eine gesättigte wässrige Auflösung von Bittersalz wird durch Aetzammoniak kaum getrübt. Die verdünnte Auflösung wird augenblicklich zersetzt, indem sich basische schwefelsaure Bittererde mit Ammoniakgehalt bildet.

In einer wässrigen Auflösung des Bittersalzes löst sich Baryterde auf, die als Schwerspath wieder abgesondert wird, wobei sich die Bittererde bald rein, bald mit etwas Schwefelsäure verbunden ausscheidet, je nachdem die wässrige Auflösung verdünnt oder vollkommen gesättigt war. Wenn der Baryt in hinreichender Menge vorhanden ist, so läßt sich in der Flüssigkeit nur Baryterde auffinden.

Die wässr. Aufl. des Bittersalzes löst Kalkerde auf, die sich theilweise als Gips, gemeinschaftlich mit reiner oder mit basisch schwe-

felsaurer Bittererde aussondert, je nachdem die Auflösung verdünnt oder concentrirt in Anwendung gebracht wird.

Eine w. A. von Bittersalz löst Bleioxyd auf, welches als Bleivitriol zusammen mit basisch schwefelsaurer Bittererde abgesondert wird. Die Auflösung des Bleioxyds erfolgt jedoch sehr langsam.

Die w. A. von Bittersalz löst nur höchst langsam Zinkoxyd auf, welches in Verbindung mit Schwefelsäure und Bittererde wieder ausgesondert wird. — Eine w. A. von Zinkvitriol löst Bittererde ziemlich leicht unter Absonderung von basischen Salzen auf; die Flüssigkeit enthält aber auch viel neutrale schwefelsaure Bittererde.

Eine w. A. von Bittersalz löst Silberoxyd auf, welches, als Silbervitriol, gemeinschaftlich mit basisch schwefelsaurer Bittererde ausgesondert wird.

Eine w. A. von Bittersalz löst von Kupferoxyd keine Spur auf. — Eine w. A. von Kupfervitriol löst aber Bittererde auf, wobei ein basisches schwefelsaures Kupfersalz gebildet und in der Flüssigkeit Bittersalz angetroffen wird.

Eine w. A. von salzsaurer Bittererde löst nur sehr langsam frisch bereitetes Bleioxyd auf, wobei sich basische Salze absondern. Die Flüssigkeit enthält nur Spuren von Bleioxyd und hatte nach Verlauf von 10 Monaten keine bedeutende Veränderung in der Mischung erfahren.

Eine w. A. von salzsaurer Bittererde löst nur sehr langsam Zinkoxyd auf, unter Absonderung von basischen oder auch von dreifachen Salzen. Die Flüssigkeit erleidet nach Verlauf von 10 Monaten nur eine geringe Mischungsveränderung und zeigt nur einen geringen Gehalt von Zinkoxyd. — Umgekehrt löst auch eine w. A. von salzsaurem Zinkoxyd nur langsam Bittererde unter Absonderung von basischen, vielleicht auch von dreifachen Salzen auf. In der Flüssigkeit ist nur wenig Bittererde aufzufinden.

Eine w. A. von salzsaurer Bittererde löst (frisch bereitetes) Silberoxyd in ansehnlicher Menge auf. Es wird Hornsilber und ein basisches Bittererdensalz gebildet. In der concentrirten Flüssigkeit läßt sich noch Silber auffinden. — Scharf getrocknetes Silberoxyd wird von der Auflösung der salzsauren Bittererde kaum aufgenommen.

Eine w. A. von salpetersaurer Bittererde löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Bleioxyd auf, wobei basische salpetersaure Salze gebildet werden. — Umgekehrt löst aber auch eine

w. A. des salpetersauren Bleioxyds, ebenfalls unter Bildung von basischen Salzen, Bittererde auf. Die Zusammensetzung dieser basischen Salze ist noch zu ermitteln.

Eine w. A. von salpetersaurer Bittererde löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Zinkoxyd auf, wobei basische Salze gebildet werden. — Aber das salpetersaure Zinkoxyd nimmt auch wieder Bittererde auf, wobei ebenfalls basische Salze entstehen. — Die Auflösungen der Salze mit erdiger Grundlage werden durch die genannten Metalloxyde immer weit langsamer zersetzt, als die Auflösungen der Metallsalze durch die Erden.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst Baryterde zu einer klaren und homogenen Flüssigkeit auf. — Umgekehrt wird Kali von einer w. A. des salpetersauren Baryt in großer Menge aufgenommen, ohne daß eine Absonderung erfolgt.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst Kalkerde auf, aber auch eine wässrige Auflösung von Kalksalpeter nimmt Kali auf, ohne daß eine Absonderung statt findet.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst Bittererde nicht auf. — Eine gesättigte w. A. von salpetersaurer Bittererde bleibt durch Zusatz von Kali lange klar; durch Verdünnen mit Wasser wird Bittererde ausgesondert, die nur dann ohne Säuregehalt zu sein scheint, wenn die Auflösung stark verdünnt ist.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst frisch bereitetes Bleioxyd in geringer Menge (Glätte gar nicht) auf, wobei ein basisches Bleisalz gebildet wird. In der Flüssigkeit ist Kali und Blei aufzufinden. — Eine gesättigte w. A. von Bleisalpeter löst Aetzkali unter Bildung eines basischen salpetersauren Bleisalzes auf; nur wenn die Auflösung stark verdünnt ist, sondert sich reines Bleioxyd ab.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst auch das frisch bereitete Zinkoxyd nicht auf. — Die wässrige Auflösung des Zinksalpeters mit Kali verhält sich eben so wie die des Bleisalpeters.

Eine w. A. von Kalisalpeter löst frisch bereitetes Silberoxyd äußerst langsam (scharf getrocknetes gar nicht) auf. In der Flüssigkeit wird Silber angetroffen. — Concentrirte w. A. von Silbersalpeter giebt mit Kali einen Niederschlag, der noch viel Säure zurück hält, wogegen sich aus der verdünnten Auflösung reines Silberoxyd aussondert.

Die w. A. von Natronsalpeter giebt mit den genannten Körpern dieselben Reactionen wie Kalisalpeter.

Eine gesättigte w. A. von Kochsalz giebt mit Baryterde, Kalkerde und Bittererde dieselben Erfolge wie der Kalisalpeter. — Auch die w. A. von salzsaurem Baryt, Kalk und von salzsaurer Bittererde verhalten sich mit Natron wie die Verbindungen dieser Basen mit Salzsäure mit dem Kali.

Eine wässrige Kochsalzauflösung löst frisch bereitetes Bleioxyd langsam (Glätte in höchst unbedeutender Menge) auf. Es entsteht ein basisches Bleisalz; die Flüssigkeit enthält Aetznatron, und zeigt noch bedeutende Reactionen auf Blei. — Aus einer wässrigen Auflösung des Hornblei wird durch Kali reines Bleioxyd niedergeschlagen.

Eine w. A. von Kochsalz löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Zinkoxyd in sehr geringer Menge und äußerst langsam auf, unter Absonderung von einem basischen Zinksalz. — Eine wässrige Auflösung von salzsaurem Zinkoxyd giebt mit Kali einen Niederschlag der reines Zinkoxyd ist, oder noch Säure zurückhält, je nachdem die Auflösung im verdünnten oder im concentrirten Zustande angewendet wird.

Eine w. A. von Kochsalz löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Silberoxyd in ansehnlicher Menge auf, wobei Hornsilber gebildet wird. Die Flüssigkeit enthält Aetznatron, Salzsäure und Silber. — Scharf getrocknetes Silberoxyd ist fast unauflöslich in der Kochsalzauflösung.

Eine w. A. von salzsaurer Kalkerde löst Bleioxyd unter Bildung von basischem Bleisalz und wahrscheinlich auch von basisch salzsaurer Kalkerde auf. Die Flüssigkeit enthält Kalk und Blei. Eine concentrirte Auflösung bewirkt zwar eine schnellere Auflösung des Bleioxyds als eine verdünnte, aber bei der Anwendung der letzteren bleibt mehr Bleioxyd in der Flüssigkeit zurück.

Eine w. A. von salzsaurer Kalkerde löst auch das frisch bereitete und nicht scharf getrocknete Zinkoxyd nur sehr langsam und in höchst geringer Menge auf, unter Bildung von basisch salzsaurem Zinkoxyd. — Eine w. A. von salzsaurem Zinkoxyd löst Kalkerde auf, unter Absonderung von Zinkoxyd, wenn die Auflösung in verdünntem Zustande angewendet wird, und von basischem salzsaurem Zinksalz aus einer concentrirten Auflösung.

Eine w. A. von salzsaurer Kalkerde löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Silberoxyd langsam auf und nach Verlauf von

12 *

10 Monaten findet sich nur eine geringe Menge von Hornsilber, welches nebst (wahrscheinlich) basisch salzsaurem Kalk gebildet wird. Scharf getrocknetes Silberoxyd ist unauflöslich.

Eine w. A. von salpetersaurer Kalkerde löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Bleioxyd in ansehnlicher Menge auf, unter Bildung von basischen Blei- und Kalksalzen. Die Flüssigkeit enthält aber auch Aetzkalk und Blei. — Die Niederschläge aus der wässrigen Auflösung des salpetersauren Bleioxyds durch Kalk sind reines Bleioxyd oder basisch salpetersaure Bleisalze, je nachdem die Auflösung im verdünnten oder concentrirten Zustande angewendet wird. Bei einer ganz gesättigten Auflösung des Bleisalpeters scheint auch basisch salpetersaure Kalkerde gebildet zu werden.

Eine w. A. von salpetersaurer Kalkerde löst nur frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Zinkoxyd sehr langsam und unter Bildung von basischem salpetersaurem Zinkoxyd auf, so daß nach Verlauf von 10 Monaten die Mischungsveränderung wenig bedeutend ist. Die w. A. des salpetersauren Zinkoxyds wird durch Kalk eben so zerlegt, wie die w. A. des salpetersauren Zinkoxyds.

Eine w. A. von salpetersaurer Kalkerde löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Silberoxyd langsam auf, wobei basische Salze zu entstehen scheinen.

Eine w. A. von salpetersaurer Kalkerde so wenig als die von salzsaurer Kalkerde äußert auf das Kupferoxyd eine auflösende Wirkung.

Die w. A. von salzsaurer Baryterde zeigt gegen Bleioxyd, Zinkoxyd, Silberoxyd und Kupferoxyd dieselben Reactionen, wie die w. A. von salzsaurer Kalkerde zu diesen Körpern. — Das Verhalten einer w. A. des salzsauren Zinkoxyds mit Baryterde ist von dem Concentrationszustande der Auflösung abhängig. Aus einer concentrirten Auflösung wird nur basisches salzsaures Zinkoxyd abgesondert; eine stark verdünnte Auflösung giebt einen Niederschlag von reinem Zinkoxyd. — In einer wässrigen A. von Zinkvitriol wird Baryterde bald in Schwerspath verwandelt unter Absonderung eines basischen schwefelsauren Zinksalzes.

Die w. A. von salpetersaurer Baryterde zeigt dieselben Reactionen wie die w. A. der salpetersauren Kalkerde mit Bleioxyd, Zinkoxyd, Silberoxyd und Kupferoxyd. — Aus der w. A. des salpetersauren Bleioxyds wird durch Baryterde, entweder ba-

sisches salpetersaures Bleioxyd (und, wie es scheint, in mehrfachen Verbindungsverhältnissen der Säure zum Oxyd) oder reines (?) Bleioxyd abgesondert, je nachdem die Auflösung mehr oder weniger concentrirt war. — Aehnlich ist das Verhalten der w. A. des salpetersauren Zinkoxyds mit Baryterde, nur daß bei einer geringeren Verdünnung der Auflösung schon reines Zinkoxyd abgesondert wird, indem nur bei ganz gesättigter Auflösung ein basisches Zinksalz gebildet zu werden scheint.

Die w. A. von schwefelsaurem Eisenoxydul, so wie die w. A. von salzsaurem Eisenoxydul lösen Kali, Natron, Baryterde und Kalkerde auf, ohne daß eine Absonderung statt findet. Auch durch Zusatz von Aetzammoniak bleiben die Auflösungen unverändert.

Weder die w. A. von schwefelsaurem Eisenoxydul noch die von salzsaurem Eisenoxydul zeigen eine auflösende Wirkung auf das Bleioxyd, Zinkoxyd, Silberoxyd oder Kupferoxyd.

Eine w. A. von salzsaurem Zinkoxyd löset Bleioxyd auf, wobei basisch salzsaure Salze gebildet werden. Die Auflösung erfolgt mit nicht zu langsamem Fortschreiten nur bei Anwendung von frisch bereitetem, nicht scharf getrocknetem Bleioxyd. Bei der Anwendung von Glätte ist eine lange Zeit der Einwirkung erforderlich, die auch nach 10 Monaten nicht bedeutend vorgeschritten war. Eine w. A. von Hornblei löst Zinkoxyd auf, unter Absonderung von basischen Salzen. Wenn die Einwirkung vollständig erfolgt ist, so läßt sich in den Flüssigkeiten nur noch eine Spur von Metallen auffinden.

Eine w. A. von salzsaurem Zinkoxyd löst Silberoxyd auf, unter Bildung von Hornsilber und Zinkoxyd, welches noch Salzsäure zurückhält, in einem quantitativen Verhältniß, welches näher zu bestimmen bleibt. — Wenn das Silberoxyd scharf getrocknet war, so schreitet die Auflösung nur langsam vor.

Eine w. A. von salzsaurem oder von salpetersaurem oder von schwefelsaurem Zinkoxyd löst von Kupferoxyd keine Spur auf, so daß eine Einwirkung dieser Substanzen auf einander nicht statt findet. Dagegen löst eine wässrige Auflösung von Kupfervitriol sehr leicht Zinkoxyd auf, wobei sich nur basisches schwefelsaures Kupferoxyd, aber kein basisches Zinksalz bildet. In der Flüssigkeit läßt sich nur schwefelsaures Zink auffinden, wenn eine hinreichende Menge Zinkoxyd zur Zersetzung des Kupfervitriols angewendet wird.

Eine w. A. von salpetersaurem Zinkoxyd löst frisch bereitetes

Silberoxyd leicht auf, unter Bildung von basischem salpetersaurem Zinksalz. Ob auch ein basisches salpetersaures Silbersalz gebildet wird, ist zweifelhaft. — Eine w. A. von salpetersaurem Silberoxyd löst Zinkoxyd auf, unter Bildung von basischen Salzen. Die Auflösung schreitet aber nur sehr langsam vor.

Eine w. A. von salpetersaurem Zinkoxyd löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Bleioxyd ziemlich leicht (Glätte nur sehr langsam) auf. Es scheint, daß die Auflösung nur die Bildung von basischen Salzen zur Folge hat. — Eine w. A. von salpetersaurem Bleioxyd löst frisch bereitetes und nicht scharf getrocknetes Zinkoxyd auf, wobei sich ebenfalls nur basische Salze zu bilden scheinen.

Eine w. A. von salpetersaurem Bleioxyd löst Silberoxyd, wenn es nicht zu scharf getrocknet ist, sehr leicht auf. Ein basisches Silbersalz scheint zwar ebenfalls gebildet zu werden, besonders aber ein basisches Bleisalz, welches sich in spießigen Krystallen absondert, die bei dem Auflösen in Wasser zersetzt werden. Wenn Silberoxyd in hinreichender Menge angewendet wird, so enthält die Flüssigkeit nur Silbersalz. — Eine w. A. von salpetersaurem Silberoxyd löst frisch bereitetes und nicht stark getrocknetes Bleioxyd ziemlich leicht auf unter Bildung von basischen salpetersauren Salzen.

Eine w. A. von Hornblei löst selbst das frisch bereitete und nicht stark getrocknete Silberoxyd nur sehr langsam auf, wobei Hornsilber und ein basisches Bleisalz gebildet werden.

Die w. A. von schwefelsaurer, salzsaurer und salpetersaurer Thonerde lösen nicht bloß die Alkalien, die Baryterde, Kalkerde und Bittererde, sondern auch das Bleioxyd, Zinkoxyd, Silberoxyd auf, unter Absonderung von Thonerde, die, bei concentrirten Auflösungen, noch Säure zurückhält, in so fern nicht die fixen Alkalien oder die Baryt- und Kalkerde zur Zersetzung der Thonerdensalze angewendet werden. — Auch das Kupferoxyd wird, wiewohl sehr langsam, von den Thonerdensalzen aufgenommen und dabei Thonerde mit Säuregehalt abgesondert. — Die Thonerde wird dagegen von keiner wässrigen Auflösung der alkalischen und erdigen Salze und der genannten Metallsalze aufgelöst, so daß auch eine wechselseitige Einwirkung zwischen ihr und diesen Salzen nicht erfolgen kann.

Die w. A. der Thonerdensalze lösen Eisenoxyd nicht auf,

aber die wässrigen Auflösungen der Eisenoxydsalze zeigen auch keine auflösende Einwirkung auf die Thonerde.

Die w. A. des schwefelsauren und salzsauren Eisenoxydes lösen, wie die Thonerdensalze, alle die vorhin genannten Salze auf, unter Absonderung von reinem oder mit Säure verbundenem Eisenoxyd, je nachdem verdünnte oder concentrirte Auflösungen angewendet werden. — Das Eisenoxyd verhält sich zu jenen Salzen wie die Thonerde.

Die w. A. des Kupfervitriols verhalten sich mit allen oben genannten Basen (mit Ausnahme der Thonerde und des Eisenoxyds) wie die Salze der Thonerde und des Eisenoxyds, nur mit dem Unterschiede, daß die Auflösung der genannten Basen in der Kupfervitriolauflösung ungleich langsamer als in der wässrigen Aufl. der Thonerden- und Eisenoxydsalze erfolgt. — Das Kupferoxyd ist in den wässrigen Auflösungen aller jener Salze, mit Ausnahme der Thonerde- und der Eisenoxydsalze, unauflöslich.

Die w. A. von Kalisalpeter, Natronsalpeter, Kalksalpeter, Kochsalz, Glaubersalz und Bittersalz lösen nach längerer Zeit sehr geringe Quantitäten von Quecksilberoxyd auf, wobei die Mischungsveränderungen nach Verlauf von 10 Monaten aber so unbedeutend sind, daß das Vorhandensein des Quecksilberoxyds in der flüssigen Mischung nur durch Reagentien erkannt werden kann.

Eine w. A. von salzsaurer Baryterde löst sehr langsam etwas Quecksilberoxyd, unter Bildung von basischem Quecksilbersalz, auf. In der Flüssigkeit wird nur wenig Quecksilberoxyd angetroffen. — Eine wässrige Auflösung von Sublimat löst Baryterde auf, unter Bildung von basischem Quecksilbersalz.

Eine w. A. von salzsaurer Kalkerde löst langsam Quecksilberoxyd auf, wobei sich basische Salze abzusondern scheinen. — Eine w. A. von Sublimat löst Kalkerde auf, unter Absonderung von basischem Quecksilbersalz.

Eine w. A. von salzsaurer Bittererde löst sehr leicht Quecksilberoxyd auf, wobei sich theils Sublimat bildet, welches in der Flüssigkeit aufgelöst bleibt, theils ein basisches Quecksilbersalz und Bittererde, welche in einer concentrirten Auflösung immer Salzsäure zurückhält und ein basisches Salz von nicht ermittelter Zusammensetzung bildet. — Eine wässrige Aufl. von Sublimat wird durch Bittererde

langsam zersetzt. Es scheint salzsaure Bittererde und ein basisches Quecksilbersalz gebildet zu werden. Ob sich auch basische salzsaure Bittererde absondert, wird näher zu ermitteln sein.

Eine wässrige A. von salzsaurem Zinkoxyd löset langsam Quecksilberoxyd auf, unter Absonderung basischer salzsaurer Salze von unbekannter Zusammensetzung. Bei einer hinreichenden Menge von Quecksilberoxyd ist in der Flüssigkeit nur Quecksilberoxyd zu finden. — Eine wässrige Aufl. von Sublimat löset langsam Zinkoxyd auf, unter Absonderung von basischen Salzen. Eine vollständige Zersetzung hat in 10 Monaten nicht bewerkstelligt werden können.

Eine w. A. von Zinkvitriol fand sich nach Verlauf von 10 Monaten durch Quecksilberoxyd kaum verändert. Die Flüssigkeit enthält nur Spuren von Quecksilber und der Rückstand nur sehr wenig Zinkoxyd.

Eine w. A. von Chlorblei löset Quecksilberoxyd leicht auf. Die Zersetzung erfolgt durch Bildung basischer Salze; in der Flüssigkeit ist nur Quecksilberoxyd aufzufinden, so daß theilweise auch Sublimat gebildet zu werden scheint. — Eine w. A. von Sublimat löset langsam Bleioxyd auf, unter Bildung von basischen Salzen. Wird statt des frisch bereiteten und nicht scharf getrockneten Bleioxyds Glätte angewendet, so schreitet die Zersetzung sehr langsam vor.

Eine w. A. von Kupfervitriol löset Quecksilberoxyd auf, wobei basische Salze gebildet werden. Die Flüssigkeit enthält zuletzt kein Kupferoxyd mehr, wohl aber noch Quecksilberoxyd, so daß auch neutrales schwefelsaures Quecksilberoxyd theilweise gebildet wird. — Eine w. A. von Sublimat löset keine Spur von Kupferoxyd auf.

Eine wässrige Auflösung von salpetersaurem Bleioxyd löset Quecksilberoxyd auf, unter Bildung von basischen Salzen.

Eine w. A. von Zinkvitriol wird durch frisch bereitetes Bleioxyd schon nach wenigen Wochen zerlegt, indem Bleivitriol und basisches schwefelsaures Zinkoxyd gebildet werden. Bei einer hinreichenden Menge von Bleioxyd enthält die Flüssigkeit nur Spuren von beiden Metallen. Glätte wirkt sehr langsam.

Eben so verhält sich eine w. A. des Zinkvitriols mit frisch bereitetem und mit scharf getrocknetem Silberoxyd.

Die Salze, deren Zersetzbarkeit durch eine andere Basis vermittelst der sogenannten einfachen Wahlverwandtschaft geprüft werden soll, müssen so gewählt sein, daß sie sich in nicht zu geringer Quantität in Wasser auflösen, daß sie also nicht sehr schwer auflöslich sind, und daß sie bei der Einwirkung einer anderen Basis schwerauflösliche Zersetzungsprodukte liefern, weil die Absonderung einer bestimmten Art das einzige Criterium der vorausgesetzten nähern Verwandtschaft darbietet. Bei den metallischen Salzen, welche sich zu solchen Prüfungen am besten eignen würden, wird die Auswahl dadurch beschränkt, daß es bei vielen derselben schwierig ist, sie genau im Zustande der Neutralität darzustellen. So geringe aber auch die Zahl der hier mitgetheilten Beispiele sein mag, so ergeben sich doch daraus Resultate, die den vorausgesetzten Wirkungen der einfachen Wahlverwandtschaft nicht entsprechen. Schon beim ersten Blick ist eine gewisse Annäherung des Verhaltens der Basen zu den wässrigen Auflösungen der Salze, mit den Erfolgen nicht zu verkennen, die sich bei der Auflösung derjenigen Salze in Wasser darbieten, welche die Eigenschaft besitzen, sich wechselseitig theilweise aus ihren gesättigten wässrigen Auflösungen abzusondern. Die Wirkungen der so genannten einfachen Wahlverwandtschaft lassen sich auf die Auflösbarkeit der Basen in den wässrigen Auflösungen der Salze zurückführen und die dann erfolgende Absonderung der neuen Arten ist lediglich eine Folge ihrer Schwerauflöslichkeit in der allgemeinen Mischung. Dennoch darf es keinesweges verkannt werden, daß, so wie die Auflösbarkeit der Körper eine sehr verschiedene, häufig sogar eine ganz verschiedenartige, nur auf bestimmte Flüssigkeiten beschränkte ist, eben so auch die Verbindungsfähigkeit der Körper unter einander sich verschieden zeigt und daß einige Basen eine größere Verbindungsfähigkeit zu der Säure äußern als andere. Diese größere oder geringere Verbindungsfähigkeit ist jedoch nicht die Wirkung einer Kraft, die von derjenigen verschieden gedacht werden muß, durch welche sich ein bestimmt gearteter Körper aus einer flüssigen Mischung absondert, sondern sie ist diese bildende Thätigkeit der Materie selbst, durch welche aus einer homogenen Mischung ein bestimmt gearteter Körper abgesondert wird. Wäre sie nicht bildende Thätigkeit des Körpers selbst, so würde sie unter allen Umständen wirksam sein und der Concentrationszustand der Mischung würde eben so wenig als die Verschiedenheit der Temperatur einen Einfluß

auf die Natur des entstehenden Körpers haben können. Wäre sie wirklich eine absolute, von der bildenden Thätigkeit der Materie unabhängige Kraft, so würden die nach den mitgetheilten Beispielen scheinbar erfolgenden wechselseitigen Zersetzungen der Mischungen, unter gleichen Temperaturverhältnissen und Concentrationszuständen, durchaus unmöglich sein; es würde nicht A + B durch C eine Veränderung erleiden können, wenn die Mischungsverhältnisse von A + C durch B gestört werden.

Der Begriff von chemischer Wahlverwandtschaft, oder von näherer und entfernterer Verwandtschaft der Körper, hat wesentlich dazu beigetragen, unsere Kenntniß von der Anzahl der Verbindungen der Körper mit einander zu erweitern und ein allgemeines Bild von dem Verhalten der chemischen Stoffe zu einander zu erhalten, so lange sich die Chemie noch in der Kindheit befand. Es ist sogar wahrscheinlich, daß man ohne die Annahme von näheren und entfernteren Verwandtschaftskräften erst später zu der Kenntniß von den bestimmten Verbindungsverhältnissen der Körper gelangt sein würde, zu einer Kenntniß, in welcher der ganze Schatz unseres chemischen Wissens enthalten ist. Aber es ist nicht zu verkennen, daß jener Begriff nur von den unrichtig gedeuteten Erfolgen einzelner, mit unverkennbarer Bestimmtheit hervortretender Fälle entnommen worden ist, um die Ursache einer Erscheinung zu erklären, die in der vorausgesetzten Art nicht vorhanden ist. Eine flüssige Mischung wird darum nicht heterogen, weil ein dritter Körper, der gleichfalls mit in die Mischung eingeht, einen Bestandtheil der letztern an sich zieht und den anderen ausstößt, sondern darum, weil unter den vorhandenen Concentrations- und Temperaturverhältnissen die Bildung einer bestimmten Art veranlaßt wird, so daß durch die Art des sich bildenden Körpers das Heterogenwerden der Mischung und die quantitativen Verhältnisse der Mischungsveränderung herbeigeführt werden, aber die Verbindungsverhältnisse der flüssigen Mischung nicht umgekehrt die Art des sich aussondernden Körpers bestimmen. Darum können aus einer Mischung, worin sich der zusammengesetzte Körper A + B befindet, durch den Zutritt des Körpers C eben sowohl neue Arten entstehen, als aus einer Mischung, worin der zusammengesetzte Körper A + C enthalten ist durch den Zutritt des Körpers B; ein Erfolg der — wenigstens bei gleichen Temperaturverhältnissen, — ganz unmöglich sein würde, wenn von einer nähern und entfern-

tern Verwandtschaft, als von einer absoluten Kraft, der Erfolg der Mischungsveränderung abhängig wäre.

Die geringe Anzahl der mitgetheilten Beispiele reicht schon vollkommen hin, die Vorstellung von einer chemischen Wahlverwandtschaft als eine nicht richtige anzuerkennen. Die Erscheinungen bieten nichts dar, was zur Annahme einer solchen unbekannten Kraft nöthigte und die Resultate enthalten nichts, was dazu berechtigte. Die Größe der Wirkung steht mit der Auflöslichkeit der Basis in der flüssigen Mischung in einem einfachen Verhältniß. — Eine Mischungsveränderung, die in einigen Fällen fast augenblicklich erfolgt, findet in andern erst nach mehren Tagen oder Wochen statt, in anderen hat sie nach einem Verlauf von 10 Monaten kaum begonnen, und in noch andern tritt sie gar nicht ein, und alle diese Erfolge finden ihren Grund nur allein in der Verbindungsfähigkeit der Stoffe überhaupt, sie sind allein von der größern oder geringern Auflösbarkeit der Basis in der gegebenen Mischung abhängig. Körper, die ihrer chemischen Natur nach für ganz übereinstimmend gehalten werden müssen, bringen daher bald eine bemerkbare und schnell fortschreitende, bald eine kaum bemerkbare und als nicht vorhanden betrachtete Mischungsveränderung in der Flüssigkeit hervor, je nachdem ihre Auflösbarkeit durch sehr gelindes Trocknen erhöhet, oder durch starkes Trocknen und Ausglühen vermindert worden ist. Silberoxyd, welches die wässrige Auflösung des salzsauren Bleioxyds leicht und schnell zersetzt, wird durch starkes Trocknen fast unwirksam; frisch bereitetes und unausgeglühtes Bleioxyd, welches die Zersetzung einer Kochsalzauflösung und die Auflösungen anderer Salze ohne große Schwierigkeit bewirkt, bringt im Zustande der Glätte eine kaum erkennbare Mischungsveränderung in derselben Flüssigkeit hervor, und eben so verhält es sich mit den andern Oxyden. Merkwürdig bleibt es dabei allerdings, daß sich gewisse Reihen von Oxyden bilden, die sich leichter oder schwerer auflöslich zeigen, während anderen die Auflösbarkeit in den wässrigen Auflösungen der Salze ganz abgeht, und nicht minder merkwürdig ist es, daß sich diese Uebereinstimmung auch sonst in dem physikalischen Verhalten dieser Oxyde ausspricht. Die Alkalien, die Kalkerde, die Baryterde und das Eisenoxydul bilden eine solche Reihe; die Oxyde des Bleies, des Zinkes, des Silbers, und annähernd auch die Bittererde bilden eine zweite; das Kupferoxyd mit andern noch näher zu ermittelnden Oxyden eine

dritte, und das Eisenoxyd, die Thonerde und wahrscheinlich noch mehre Oxyde, deren Metalle auf einer höheren Verbindungsstufe mit dem Sauerstoff stehen, eine vierte Reihe. Dies ist indeß immer nur eine bis jetzt noch bedeutungslose Classification der Oxyde und ihrer chemischen Verbindungen mit andern Körpern, mit welcher für jetzt noch nichts weiter bezweckt werden kann, als dem Gedächtniß durch Zusammenstellung derjenigen chemischen Stoffe zu Hülfe zu kommen, welche bei aller Verschiedenheit doch eine gewisse Uebereinstimmung in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten zeigen. Die Verbindungen der metallischen Radikale der Alkalien, der Kalkerde, der Baryterde mit Sauerstoff, und die Vereinigung dieser Oxyde mit Säuren liefern zusammengesetzte Körper von ungleich stärkerer Verdichtung der Materie, als die Verbindungen der Metalle und ihrer Oxyde mit Sauerstoff und mit Säure, und dieser Verschiedenheit des Verdichtungszustandes, oder der Intensität der Verbindung, ist es zuzuschreiben, daß sich bei der Einwirkung der Alkalien und Erden auf andere alkalische und erdige Salze Erfolge darbieten, die von denen verschieden sind, welche bei der Einwirkung jener Oxyde auf Metallsalze, und von denen, welche bei der Einwirkung der Metalloxyde auf die alkalischen oder auf die metallischen Salze erhalten werden.

Wenn schon ein Zeitraum von einigen Monaten hinreicht, die Erfolge der wechselseitigen chemischen Einwirkungen einer Anzahl von Körper auf einander ganz anders erscheinen zu lassen als sie nach den angenommenen Verwandtschaftserfolgen vorausgesetzt worden sind, so ist nicht zu bezweifeln, daß die unvollständigen Zersetzungsresultate, welche sich in einigen Fällen dargeboten haben, in einer längeren Zeitperiode eben so vollständig eingetreten sein würden, als sie in anderen Fällen in kürzerer Zeit wirklich nachgewiesen worden sind, indem die langsame und daher kaum warnehmbare Wirkung nur allein als eine Folge der Schwerauflöslichkeit der Oxyde in den gegebenen flüssigen Mischungen betrachtet werden muß. Da indeß die Zersetzungsproducte häufig schon von dem Concentrationszustande der Mischung abhängig sind und da ein veränderter Concentrationszustand auch sehr wahrscheinlich eine veränderte Auflösungsfähigkeit zur Folge hat, so liegt schon in dem Concentrationszustande der Mischungen der Grund zu einem sehr verschiedenartigen Verhalten und zu einem ganz abweichenden Erfolge bei dem Zusammentreffen derselben mit

anderen Körpern. Noch größere Verschiedenheiten werden sich durch veränderte Temperaturverhältnisse darbieten, wie es beispielsweise bekannt ist, daß die Baryterde nur in der erhöheten Temperatur durch ätzende Alkalien aus dem Schwerspath dargestellt werden kann. Was man als die Wirkung der einfachen Wahlverwandtschaft angesehen hat, ist also nur die Folge der Verbindungsfähigkeit der chemischen Stoffe überhaupt und des alsdann wieder eintretenden Heterogenwerdens der entstandenen Mischung durch die bildende Thätigkeit der Materie, die in ihren Wirkungen zwar aus einem bestimmten, aber durch den jedesmaligen Zustand der Mischung bedingten und daher veränderlichen, und keinesweges aus einem unveränderlichen Gesetz erkannt werden muß. Indem man die Verwandtschaftskräfte der Körper für die verschiedenen Temperaturen oder auch für die verschiedenen Concentrationszustände der Mischung willkürlich modificirt, ist man nur bemüht, die Wirkung jener vorausgesetzten Kraft mit dem wirklichen Erfolg des Prozesses in Uebereinstimmung zu bringen, zu welcher Betrachtungsweise man vielleicht berechtigt sein würde, wenn das Vorhandensein einer solchen Kraft überhaupt erweisbar wäre. Wenn die Erfahrung aber lehrt, daß auch bei gleich bleibenden Temperaturen und Concentrationszuständen der Mischung, das Heterogenwerden der letztern mit den Wirkungen der angenommenen Kraft im Widerspruch steht, so wird man genöthigt sein, den Vorstellungen von näheren und entfernteren Verwandtschaftskräften zu entsagen, denen man zeither einen Erfolg bei der chemischen Einwirkung der Körper auf einander zugeschrieben hat, der in der Wirklichkeit entweder gar nicht statt findet, oder sich nur auf einige besondere Fälle beschränkt, die in der Natur des sich absondernden Körpers ihre vollständige Erklärung finden.

Bei den Erfolgen, die man der Wirkung der so genannten doppelten Wahlverwandtschaft zuschreibt, soll bekanntlich durch die Summen der Verwandtschaftskräfte bewirkt werden, was die einfache Verwandtschaftskraft zu bewirken nicht vermag. Auch diese Vorstellung ist nichts weiter als eine dem Erfolg des Prozesses angepaßte Erklärung, welche so wenig von allgemeiner Gültigkeit ist, daß sie für jeden einzelnen Fall nach der Verschiedenheit der Temperatur und nach dem verschiedenen Concentrationszustande der Mischung modificirt werden muß. Eine wässrige Kochsalzauflösung wird, im verdünnten Zustande angewendet, durch den Zusatz von kohlen-

saurem Ammoniak nicht heterogen, sondern es bildet sich eine homogene Flüssigkeit. Ist die Auflösung beider Salze concentrirt, so wird, gegen alle Voraussetzung, eine Verbindung von Natron, Wasser und Kohlensäure abgesondert. Wird zu einer verdünnten wässrigen Auflösung des salzsauren Eisenoxyds kohlensaures Ammoniak in hinreichender Menge hinzugefügt, so ist in der Flüssigkeit kein Eisenoxyd mehr aufzufinden, indem es im unverbundenen Zustande vollständig abgesondert wird. Werden die Auflösungen im concentrirten Zustande angewendet, so erfolgt keine Spur von Absonderung, sondern die Mischung bleibt homogen. — Wird eine möglichst concentrirte Auflösung von kohlensaurem Kali oder kohlensaurem Natron den concentrirten Auflösungen von salzsaurer Kalkerde, salzsaurer Baryterde, salzsaurer Bittererde, salz- oder salpetersaurem Zinkoxyd, salpetersaurem Bleioxyd, salpetersaurem Kupferoxyd, Kupfervitriol, Eisenvitriol, Bittersalz, und ohne Zweifel von noch anderen Salzen hinzugefügt, so entsteht ein heftiges Aufbrausen und es werden Niederschläge gebildet, deren Zusammensetzung sich nicht ermitteln läßt, weil sie sämmtlich durch einen Zusatz von Wasser zersetzt werden; auch die über dem Niederschlage befindliche Flüssigkeit selbst, erleidet in vielen Fällen durch Verdünnen mit Wasser eine Zersetzung. Es werden daher bei den verschiedenen Concentrationszuständen der Mischung ganz verschiedene Verbindungen gebildet. Bringt man kohlensauren Baryt oder kohlensaure Bittererde zu einer concentrirten Auflösung von Zinkvitriol, so findet eine Entwicklung von Kohlensäure statt und man erhält Zersetzungsprodukte, die durch Wasserzusatz verändert werden

Wässrige concentrirte Auflösungen von Glaubersalz, Bittersalz, salzsaurer Baryterde, salzsaurer Bittererde, salpetersaurem Bleioxyd und salpetersaurem Silberoxyd lösen keine Spur von kohlensaurer Kalkerde auf. — Dagegen wird die kohlensaure Baryterde langsam aufgelöst von concentrirten wässrigen Auflösungen des Glaubersalzes, Bittersalzes, des Zinkvitriols, der salzsauren Kalkerde, der salpetersauren Kalkerde, aber nicht des salzsauren Zinkoxyds. — Die kohlensaure Bittererde wird langsam aufgenommen von den concentrirten wässrigen Auflösungen des Zinkvitriols, der salzsauren Kalkerde und der salzsauren Baryterde. Diese und ähnliche Erfolge erklärt man aus den Wirkungen der Verwandtschaftskräfte, die sich gegenseitig unterstützen sollen.

Bei dieser Erklärungsart wird vorausgesetzt, daß sich die Größe der Verwandtschaftskraft durch eine bestimmte Zahl ausdrücken lassen muß, die man nicht kennt und zu deren Annahme auch kein Grund vorhanden ist, weil die Zersetzungsproducte nicht von einer hypothetischen Verwandtschaftskraft, sondern von der Auflösbarkeit eines Körpers in einer flüssigen Mischung und von der Natur der nur unter bestimmten Umständen sich absondernden bestimmten Arten abhängig sind.

IX.

Quantitätsverhältnisse der chemischen Verbindungen.

Daß die sogenannten chemischen Elemente, oder die einfachen Körper, deren Zusammensetzung durch die chemische Analyse bisher nicht hat nachgewiesen werden können, als eben so viele bestimmte Arten angesehen werden müssen, liegt schon im Begriff des Einfachen. Die zusammengesetzten Körper, in sofern man nicht ihre mechanische, sondern ihre chemische Zusammensetzung betrachtet, bilden nur dann eine eigene oder eine bestimmte Art, wenn bei ihnen ein festes und unveränderliches Verhältniß ihrer Bestandtheile gegen einander angetroffen wird. Die Quantitätsverhältnisse der Bestandtheile zusammengesetzter homogener Körper können also nicht über den Begriff von einer chemischen Verbindung überhaupt, sondern nur darüber entscheiden, ob die Verbindung eine eigenthümliche Art bildet oder nicht.

Der flüssige Kohärenzzustand ist im Allgemeinen nur der Bildung von unbestimmten Arten zusammengesetzter Körper

zusagend, weil der Körper in diesem Zustande nach allen Richtungen im Raume gleichförmig sich verhält und wirkt, so daß die materiellen Körpertheilchen der homonenen Mischung ihre Stellen nach allen Richtungen gegen einander austauschen können. Wenn aber, wie bei dem festen Kohäsionszustande, Unterschiede des Verhaltens und der Wirkung der Körpertheilchen nach den verschiedenen Richtungen im Raum stattfinden, so wird eben durch den festen Kohäsionszustand die Bestimmtheit der Art des Körpers bedingt, und jedes materielle Theilchen muß die durch die Bildung des Körpers vorgezeichnete Lage und Richtung im Raum einnehmen. Daraus folgt nothwendig, daß bei jedem starren Körper, der aus Stoffen von gleicher materieller Natur zusammengesetzt ist, immer dasselbe und unveränderliche Verhältniß seiner Bestandtheile angetroffen werden muß, weil er sonst nicht dieselbe, sondern eine andere Art sein würde. Daher werden nur als seltene Ausnahmen starre Körper von unbestimmten Verhältnissen der Mischung angetroffen und selbst bei diesen wenigen Ausnahmen vermag eine Temperatur-Veränderung, die den Schmelzpunkt des Körpers nicht erreicht, schon das Heterogenwerden der Mischung zu bewirken.

Die Kenntniß von den bestimmten Verhältnissen bei den zusammengesetzten Körpern ist, in Verbindung mit der Kenntniß von der Mischung oder von der Vereinigung der heterogenen Körper zu einer flüssigen Verbindung, der Inbegriff des chemischen Wissens. Der Zweck aller chemischen Operationen besteht darin, eine flüssige Mischung hervorzubringen,

um sie durch bestimmte chemische Reactionen wieder heterogen zu machen, damit sich entweder ein einfacher oder ein eigenthümlich gearteter zusammengesetzter Körper absondern könne. Weil dieses Mischungsverhältniß des letzteren ein unveränderliches ist, so bedarf es auch nicht immer der Darstellung der einzelnen Elemente des zu untersuchenden Körpers, wenn es darauf ankommt, diese zu ermitteln.

Erst seitdem man zu der Kenntniß von den bestimmten Mischungsverhältnissen der besonderen Arten der Körper gelangt ist, hat die Chemie eine sichere Grundlage und ihre Bedeutsamkeit gewonnen.

Ein zweiter, nicht minder wichtiger Fortschritt in der Kenntniß von den quantitativen Mischungsverhältnissen zusammengesetzter Körper, ist der Chemie durch die Entdeckung zu Theil geworden, daß die chemische Verbindung sehr vieler Stoffe mit einander nicht in einem, sondern in mehren bestimmten Verhältnissen erfolgt, so daß die Bestimmtheit der Art eines zusammengesetzten Körpers sich nicht bloß in einem, sondern in mehreren Verhältnissen derselben Stoffe, aus denen er zusammengesetzt ist, zu erkennen giebt, und daß auch diese Verhältnisse wieder in bestimmter und einfacher Beziehung zu einander stehen. Diese wichtige Erweiterung in der Kenntniß der Verbindungsverhältnisse der Körper ist es besonders, welche die Atomenlehre in Anspruch nimmt, theils um eine Stütze für die Richtigkeit ihrer Lehre zu gewinnen, theils um daraus die Natur und die Eigenschaften der zusammengesetzten Körper zu erklären. Wenn es, behauptet sie,

durch Erfahrung erwiesen ist, daß bei den bestimmt gearteten Körper immer und nothwendig ein und dasselbe Verhältniß ihrer Mischung angetroffen wird, und wenn in den Fällen, wo mehre Verbindungsverhältnisse oder Verbindungsstufen zwischen denselben heterogenen Körpern statt finden, diese Verhältnisse ein regelmäßiges und einfaches Zahlenverhältniß von 1, 2, 3 oder irgend ein anderes befolgen, so kann es nicht zweifelhaft sein, daß diese Verhältnisse, durch welche die Zusammensetzung des Körpers bestimmt wird, nur dadurch hervorgebracht werden, daß dem einzelnen Atom eines jeden besonderen Körpers selbst, das Gewicht zukommt, welches sich als das Mischungsgewicht für die Bestandtheile des zusammengesetzten Körpers zu erkennen giebt. Das Mischungsgewicht ist nur eine Folge des Atomengewichts, indem sich 1, 2, 3 Atome des einen heterogenen Körpers mit 1, 2, 3 Atomen des anderen verbinden. Wenn es Atome giebt, so muß die Richtigkeit des Schlusses zugestanden werden, denn daß die verschiedenartigen Atome in demselben Gewichtsverhältniß zu einander stehen müssen, wie die Verbindungen, welche aus ihrem Nebeneinandersein hervorgehen, ist eine nothwendige Folge dieser Vorstellungsart, welche sich eben so wenig wie die Annahme der verschiedenartigsten Eigenschaften und Kräfte, die man den Atomen sonst noch beilegt, im Felde der Chemie erweisen oder widerlegen lassen.

Wenn gleich die Befolgung eines bestimmten und unveränderlichen Mischungsverhältnisses mit dem Begriff von der eigenthümlichen Art eines zusammengesetzten Körpers wesent-

lich und unzertrennlich verbunden ist, so reicht diese Berufung auf die Nothwendigkeit einer unveränderlichen Zusammensetzung freilich nicht aus, um nach der dynamischen Naturansicht auch die Nothwendigkeit des aufgefundenen Mischungsverhältnisses und warum dasselbe nicht irgend ein anderes sein kann, erweislich zu machen. Während der Atomenlehre das vom Anbeginn der Schöpfung den verschiedenartigen Atomen eingeprägte Gewicht, zur Erklärung des Mischungsverhältnisses zu Gebote steht, sieht sich der Dynamiker genöthigt, das Unbegreifliche in diesen Gewichtsverhältnissen in der für den Verstand unbegreiflichen Natur der Materie selbst zu suchen. Eben so wenig kann auch die Atomenlehre die Frage beantworten, warum nicht wenigstens alle diejenigen heterogenen Atome, welche überhaupt eine Affinität zu einander haben, mehre Verbindungsverhältnisse oder Verbindungsstufen mit einander eingehen und warum diese Fähigkeit den Atomen nur für die Atome gewisser Körper beigelegt ist. Der Sauerstoff verbindet sich mit dem Mangan in vielen, mit dem Zink in einem Verhältniß, die Säuren verbinden sich nur mit einem von den bekannten verschiedenen Bleioxyden, während sie sich mit den bekannten beiden Oxyden des Kupfers, des Quecksilbers u. s. f. vereinigen. Ueberhaupt zeigen einige Gruppen von Körpern bei ihrer Verbindung mit anderen zwar eine gewisse Analogie, aber niemals eine völlige Uebereinstimmung ihrer Verbindungsverhältnisse. Aus den Eigenschaften und Kräften der Atome, so reich sie auch damit ausgestattet sein mögen, geht dies specielle Verhalten bei ihrer Aggregation

nicht hervor und die Atomenlehre ist ebenfalls zu dem Geständniß genöthigt, daß die Verbindungsfähigkeit und die Verbindungsverhältnisse ihrer Atome nicht in diesen, sondern in dem Wesen und in der eigenthümlichen organisirenden Thätigkeit des sich bildenden Körpers gesucht werden müssen. Wird jene Frage durch die Antwort abgefertigt, daß die Atome a und b sich nur in einem einfachen Verhältniß verbinden, weil 1 Atom a zu 2 Atom b keine Affinität habe, so liegt in dieser Antwort nichts weiter, als die Aussage, daß die Verbindung nicht stattfinde, weil sich die Körper nicht mit einander verbinden. Die Verbindungsverhältnisse und die Verbindungsstufen dieser Verhältnisse, deren Ursache die Atomenlehre dadurch ergründet zu haben sich rühmt, daß sie den Atomen selbst die den Mischungsgewichten entsprechenden Gewichtsverhältnisse beilegt, dürften folglich nicht dazu geeignet sein, ihr eine zuverlässige Stütze zu gewähren und die Existenz der Atome wahrscheinlicher zu machen.

Durch die unveränderlichen Mischungs- oder Verbindungsverhältnisse, welche zwei Körper, in sofern sie bestimmte Arten bilden, bei ihrer Vereinigung mit einander befolgen, würde man jedoch nicht veranlaßt gewesen sein, jedem Körper sein ihm eigenthümlich zukommendes chemisches Mischungsgewicht beizulegen, mit welchem er ohne Ausnahme in alle Verbindungen eingeht, deren er fähig ist, wenn diese in Zahlen ausgedrückt werden, die sich auf das einer bestimmten und willkührlich anzunehmenden Zahl gleichgesetzte Gewicht irgend eines Körpers beziehen. Diese Gesetzmäßigkeit in den Quan-

titätsverhältnissen der sich verbindenden Körper, welche Richter zuerst durch sein bekanntes Neutralitätsgesetz andeutete und die später durch die Lehre von den chemischen Aequivalenten berichtigt und vervollständigt worden ist, wird nicht unmittelbar aus der Kenntniß von den bestimmten Verbindungsverhältnissen der Körper einleuchtend. Es ist daraus nicht einzusehen, warum ein Körper a, welcher mit einem andern b eine bestimmte Verbindung bildet, mit demselben Gewicht, welches ihm in der Verbindung ab zukommt, einen dritten Körper c, in einer bestimmten Verbindung cd dergestalt ersetzen kann, daß in der neuen Verbindung ad dasselbe Gewicht von a wie in der Verbindung mit b, und von dem Körper d dasselbe Gewicht wie in der früheren Verbindung cd angetroffen wird. Die Leichtigkeit, mit welcher die Atomenlehre diese Quantitätsverhältnisse bei den chemischen Verbindungen dadurch zu erklären vermag, daß sie das Atomengewicht dem Mischungsgewicht gleichsetzt, hat vorzugsweise dazu beigetragen, ihr eine fast allgemein gewordene Anerkennung zu verschaffen. Und in der That, wenn über die Zulässigkeit der Vorstellung von der Zusammensetzung der Körper aus Atomen dadurch entschieden werden könnte, weil die Nothwendigkeit der Verbindungsverhältnisse der zusammengesetzten Körper aus dem vorausgesetzten Atomgewicht klar und einfach erkannt wird, so würde die Atomenlehre eine sehr wahrscheinliche Hypothese sein. Es verhält sich indeß mit den chemischen Mischungsverhältnissen oder Aequivalenten der Körper, wie mit den bestimmten Verbindungsverhältnissen

überhaupt, denn wenn aus den letzteren auch nicht unmittelbar der Zusammenhang mit den ersteren ersichtlich ist, so stehen beide doch in einem so nothwendigen Verhältniß zu einander, daß das Mischungsgewicht nur eine Folge der bestimmten Verbindungsverhältnisse sein kann. Es ist der Atomenlehre nicht genügend, die Mischungsverhältnisse eines zusammengesetzten Körpers zu kennen, sondern sie will, indem sie aus einer ihr bekannt gewordenen procentualischen Zusammensetzung des Körpers die den Mischungsgewichten gleichgesetzten Atomengewichte berechnet, zugleich die Zahl der Atome eines jeden Bestandtheils erfahren, welche sich in dem zusammengesetzten Atom befinden. Auf diese Weise drückt sie die Zusamensetzung des ganzen Körpers in Formeln aus, welche die Art der einfachen Atome und die Anzahl eines jeden derselben in den zusammengesetzten Atomen angeben. Durch diese Formeln wird die Atomenlehre ein schätzenswerthes Vehikel, oder ein bildlicher Ausdruck für die Mischungsverhältnisse der Körper, aber über den Sinn dieser Formeln und der darin ausgesprochenen Zusammensetzung der Körper, kann auf so ganz empirischem Wege nicht entschieden werden.

Für die dynamische Ansicht über die Bildung der zusammengesetzten Körper, ist das Mischungsverhältniß nichts weiter, als das quantitative Verhältniß, in welchem sich heterogene Körper mit einander vereinigen, also ganz übereinstimmend mit dem Verbindungsverhältniß. Für die atomistische Ansicht wird aber das Mischungsgewicht eines Körpers auf seine in Atomen ausgedrückte Körperlichkeit bezogen und dabei

angenommen, daß das gefundene Gewicht dem Gewicht eines einfachen, doppelten, dreifachen u. s. f. Atoms gleichzusetzen sei, so daß Äquivalente, Mischungsgewicht und Atomengewicht gleichbedeutende Ausdrücke sind. Was bei dieser Betrachtungsweise das einzig und unbestreitbar Richtige bleibt, ist auch nur das Gewichtsverhältniß der Körper in der zusammengesetzten Verbindung; ob das Gewicht aber auf einfache, doppelte u. s. f. Körperatome zu beziehen sei, ist ganz hypothetisch und conventionell. Die Hypothese von dem Atomengewicht verliert überhaupt dadurch an Bedeutung oder mindestens an allgemeiner Gültigkeit, daß sie nur aus dem Neutralitätszustande der Säuren und Basen, oder überhaupt aus den Mischungsverhältnissen der sogenannten oxydirten Körper entnommen, also von einer bestimmten Klasse von Körpern entlehnt ist, welche eine gewisse Uebereinstimmung in ihrer Zusammensetzung zeigen, die sich durch die sogenannten Neutralitätsverhältnisse controlliren läßt. Indem man die hierdurch gefundenen oder durch mancherlei Rectificationen der Atomenmengen (nicht Atomenzahlen oder Atomengewichte) in Uebereinstimmung gebrachten Atomengewichte auf zusammengesetzte Körper anwendete, bei welchen der Verbindungszustand ihrer Bestandtheile keine Controlle über die Richtigkeit des angenommenen Atomengewichts zuließ, mußte man von einer zweiten, — und mindestens für die Chemie der organischen Körper ganz unzulässigen — Hypothese ausgehen, daß sich die Bestandtheile dieser Körper in demselben Verbindungszustande befinden, wie derjenige der Körper, bei denen das Atomengewicht bestimmt

worden war. Atomistisch nennt man nicht allein die Verbindungen der chemischen Elemente mit Sauerstoff, sondern auch die Salze, bekanntlich binäre Verbindungen, und eine solche binäre Verbindung muß dann bei denjenigen Körpern ebenfalls vorausgesetzt werden, bei welchen das für jene erstere gefundene Atomengewicht in Anwendung gebracht wird. Es ist zu wiederholen, daß die Atomengewichte ein vortreffliches Mittel zur Berechnung der Zusammensetzung der Körper gewähren, daß sie aber — selbst in einem ganz atomistischen Sinne — keinen Aufschluß über die Anzahl der homogenen Atome geben können, welche in Verbindung mit heterogenen Atomen das zusammengesetzte Atom bilden, daß also auch umgekehrt das Atomengewicht eine ganz willkührliche Zahl ist, die von der beliebigen Anzahl der homogenen Atome abhängt, welche man einzeln, oder je 2, 3 u. s. f. dem gefundenen Mischungsgewicht beilegen zu müssen glaubt. Phantasie und Willkühr haben also bei der Bestimmung der Atomengewichte ein völlig freies Feld, weil kein Gesetz gefunden werden kann, von welchem die Bestimmung der durch das gefundene Mischungsgewicht bezeichneten Anzahl von homogenen Atomen mit Nothwendigkeit abhängig gemacht werden könnte.

Die Gleichstellung der Begriffe von Mischungsgewichten und von Atomengewichten erscheint in der praktischen Anwendung insoferne gleichgültig, als man sich des Zahlenwerthes, welchen man den Körpern beilegt, je nachdem sie als aus einem oder aus mehren Atomen bestehend betrachtet werden, nur allein zur bequemen Berechnung der Verbindungsverhält-

nisse der Körper bedient, zu welchem Zweck auch sowohl die sogenannten Atomengewichte als die chemischen Formeln vortreffliche Hülfsmittel bleiben werden. Eine ernstere Seite erhält aber jene Betrachtungsweise, wenn man aus diesen Zahlen einen tiefen Blick in das unenthüllte Wesen der Materie zu machen vermeint. Wäre die Voraussetzung richtig, daß die Mischungsgewichte die Körperatome bezeichnen, so würde sich die wunderbarste Ordnung und Harmonie in den Zahlen entfalten und man würde nicht genöthigt sein, gewisse Uebereinstimmungen in den Zahlenreihen, — selbst bei solchen Körpern, welche in ihrem chemischen und physikalischen Verhalten große Analogien darbieten, — mühsam hervorzusuchen, Uebereinstimmungen, welche sich in allen Zahlenreihen antreffen lassen, wenn man eifrig bemüht ist, sie aufzufinden.

Ein geistreicher Chemiker hat die Bemerkung gemacht, daß die Chemiker vor der Einführung der neueren Nomenclatur ihre Sprache von den Köchen erlernt zu haben scheinen. Ich mögte die Nomenclatur lieber als ein unvermeidliches Uebel betrachten und würde es für einen großen Gewinn gehalten haben, wenn sich die chemische Sprache von aller Systematik hätte frei erhalten können. Die Namen: Polychrestsalz, Glaubersalz, Kochsalz, Gips, Spießglanzbutter, Schwefelleber u. s. f. sind den systematischen Namen eben deshalb vorzuziehen, weil sie entweder gar nichts bezeichnen, oder höchstens nur an eine allgemeine physikalische Eigenschaft des Körpers erinnern. Die systematischen Namen

sprechen aber zugleich ein Urtheil über die Zusammensetzung des Körpers aus, und können daher nur hemmend auf die freiere Entwickelung der Begriffe über die Natur der chemischen Verbindungen bei den Schülern der Wissenschaft einwirken, weil sich jenes Urtheil bei Nennung des Namens unaufhörlich wiederholt. Es ist mit den systematischen Namen wie mit der eingeführten Bezeichnungsart der chemischen Verbindungen durch die Formeln. Diese entsprechen den Vorstellungen, welche man sich von der Zusammensetzung der Körper aus Atomen gemacht hat, und sind ohne allen Zweifel ganz dazu geeignet, eine bildliche Darstellung von dem Vorgange bei der Vereinigung der heterogenen zu einem homogenen Körper zu geben; aber sie unterdrücken jede andere als die doch nur einseitige Vorstellung über die Zusammensetzung der Körper aus einzelnen, verschiedenartigen Körpertheilchen, welche sich bald unmittelbar, bald mittelbar vereinigen, je nachdem sie zu Radikalen, oder zu Verbindungen von verschiedener Ordnung erhoben werden. Noch ist es erlaubt, sich des Namens; Wasser statt Wasserstofforyd zu bedienen; aber es ist sehr zu fürchten, daß die Namen Alkohol, Aether und ähnliche aus den Lehrbüchern der Chemie verschwinden werden, wenn man sich erst über die Radikale und über die richtige Gruppirung der Atome zu Molekulen und zu Verbindungen 2ter, 3ter u. s. f. Ordnung, für die Zusammensetzung organischer Körper geeinigt haben wird. In der Chemie der unorganischen Körper ist es so weit gekommen, daß über die Radikale und über deren Verbindung mit anderen Bestandtheilen der Mischung kaum

mehr ein Zweifel erlaubt ist. Gewiß ist es eine schöne Aufgabe für den menschlichen Scharfsinn, die Bestandtheile eines unorganischen Körpers, welche sich als das unbestreitbare Resultat der Elementar-Analyse desselben ergeben, in den mannigfachsten Verhältnissen und Beziehungen zu ordnen, um dadurch ein Bild von seiner Zusammensetzung zu erhalten und daraus gewisse, leicht faßliche Regeln abzuleiten, nach welchen die Veränderung seiner Mischung bei bestimmten chemischen Actionen, unter eben so bestimmten Bedingungen der Temperatur, des Luftdruckes, des Concentrationszustandes der Mischung u. s. f. erkannt werden kann; aber solche Vorstellungsart bleibt immer nur eine Hypothese, die sich leicht durch eine andere ersetzen läßt und welche über das, von der chemischen Zusammensetzung des Körpers ganz unabhängige Wesen desselben, nicht den geringsten Aufschluß zu geben vermag, am wenigsten aber dazu angewendet werden darf, den Körper aus beliebig angeordneten Combinationen seiner Bestandtheile zusammen zu bauen, wie unsere Nomenclatur und unsere Formeln es vorschreiben, ja sogar das chemische und physikalische Verhalten des Körpers von solchen Gruppirungen seiner Bestandtheile, die nur in unserer Vorstellung vorhanden sind, abzuleiten und daraus zu erklären.

X.

Verbindungszustände.

Wenn unter Verbindungszustand, bei den zusammengesetzten Körpern, die Art und Weise verstanden werden soll, wie die Bestandtheile derselben unter einander vereinigt sind, so ist diese Betrachtung eine rein atomistische. Für die dynamische Ansicht ist sie überflüssig, weil der zusammengesetzte homogene Körper ein Körper bestimmter Art ist, dessen Bestandtheile als solche nicht mehr vorhanden sind, so lange der zusammengesetzte Körper in seiner Eigenthümlichkeit fortbesteht. Sie will nicht, wie die Atomenlehre, dem Verstande die Vorstellung zumuthen, daß die Körper, indem sie bei ihrer Verbindung mit einander alle Eigenschaften verlieren, die sie vor der Vereinigung hatten, doch ohne diese Eigenschaften dieselben Körper bleiben sollen, welche sie mit ihren Eigenschaften vor der Verbindung gewesen sind. Der zusammengesetzte Körper besitzt Eigenschaften, in welchen diejenigen seiner Bestandtheile nicht wieder erkannt werden, welches sich bei der Zusammensetzung aus Atomen schwer begreifen läßt, da die Atome durch

die Verbindung mit heterogenem, die nur in einer Aggregation oder Nebeneinanderlagerung besteht, unverändert bleiben.

Man sollte meinen, daß die Atomenlehre darin mit sich einig sein müßte, wie der Verbindungszustand von nur zwei heterogenen Elementen (Uratomen), die sich in verschiedenen Verhältnissen aggregiren, oder bei denen zwei oder mehr Verbindungsstufen vorhanden sind, zu denken sei.

Wenn sich a mit 1. b, mit 2. b u. s. f. verbinden kann, so scheint es natürlich, die Vorstellung festzuhalten, daß zusammengesetzte Atome gebildet werden, die sich durch a + b, a + 2b u. s. f. bezeichnen lassen. Dem ist aber nicht so, sondern es wird außer dieser Verbindungsart auch noch die Verbindung (a + b) + b als vorhanden betrachtet.

Man unterscheidet ferner Verbindungen aus elementaren Atomen, die durch a + b auszudrücken sind, von solchen, bei denen 2a mit 2b verbunden betrachtet werden, ferner von solchen, die durch a + (a + 2b) auszudrucken sind. Dergleichen willkührliche Annahmen für den Verbindungszustand von mehr als zwei Elementar-Atomen werden sich unbezweifelt noch vermehren, je mehr die Zusammensetzungsweise der organischen Körper mit derjenigen der unorganischen auf einerlei Schema zurückgebracht werden soll. Bei allen diesen und ähnlichen Voraussetzungen läßt man es unentschieden, durch welche Kräfte oder Umstände die Atome sich veranlaßt finden, sich so oder anders zu gruppiren, denn da der entstehende Körper, oder das sich bildende zusammengesetzte Atom, bloß von der Stellung seiner Uratome abhängig sein soll; so müs-

sen diese auch die Eigenschaft besitzen, diese oder jene Lage und Richtung gegen einander anzunehmen.

Ob ein aus zwei Elementen zusammengesetztes Atom (ein Atom erster Ordnung) als eine Verbindung a + b, oder als eine Verbindung 2a, 3a u. s. f. + b oder als eine Verbindung a + 2b, a + 3b u. s. f. zu betrachten ist, hängt ganz von der Größe oder von dem Gewicht ab, welches man dem Atom a oder b zutheilen will. Wenn z. B. die Kieselerde durch a + 3b ausgedrückt wird, so muß a dreimal größer angenommen werden, als bei der Bezeichnung a + b. Bei der Kieselerde wird man für jene Bestimmung durch Analogien mit andern oxydirten Körpern geleitet; wenn aber solche Analogien fehlen, wird die Annahme von einfachen oder zusammengesetzten homogenen Elementar-Atomen noch willkürlicher.

Salze und manche andere zusammengesetzte Verbindungen betrachtet man als binäre Zusammensetzungen (Atome zweiter Ordnung) von zwei zusammengesetzten Atomen, oder von zwei Atomen erster Ordnung. Das Salzatom wird ausgedrückt durch (a + b) + (a + c) wenn a Sauerstoff, b die Grundlage der Säure, und c die Grundlage der Basis bedeuten. Es versteht sich, daß sowohl a als b als c wieder einfache, oder doppelte, dreifache u. s. f. Atome sein können. Dulong zeigte, — um eine Uebereinstimmung in der atomistischen Zusammensetzung der Sauerstoffsäuren und deren Verbindungen mit den Basen, also um eine Uebereinstimmung in der Zusammensetzung der Oxydsalze mit derjenigen der sogenannten Haloidsalze zu bewirken, — daß man die Oxyd-

salze auch als Verbindungen betrachten könne, die sich durch (n.a + b) + c ausdrücken lassen, wo n ein unbestimmtes und von der atomistischen Zusammensetzung von a + c abhängiges Vielfaches von a bedeutet.

Bei dieser Vorstellungsart betrachtet er nämlich die wasserhaltigen Säuren als Wasserstoffsäuren, indem er den Sauerstoffgehalt des Wassers zu der Verbindung a + b hinzurechnet und diese Verbindung wieder mit dem entsprechenden Wasserstoffgehalt des Wassers vereinigt denkt. Die so geschaffene Wasserstoffsäure würde folglich durch (n a + b) + w ausgedrückt werden, wo w Wasserstoff bedeutet. Kommt diese Wasserstoffsäure mit einem Metall c in Verbindung, so wird w ausgeschieden und das Atom (n.a + b) + c gebildet. Wird aber die Wasserstoffsäure (n.a + b) + w mit einem oxydirten Metall a + c in Verbindung gebracht, so wird aus dem w der Säure und aus dem a der Basis a + c, Wasser gebildet und das Salz (n.a + b) + c ebenfalls dargestellt. Zu so willkürlichen und gezwungenen Vorstellungen gab das Verlangen Veranlassung, eine Uebereinstimmung zwischen den Verbindungen der Sauerstoffsäuren und der oxydirten Basen mit denen der sogenannten Salzbilder und den nicht oxydirten Grundlagen zu bewerkstelligen. Noch jetzt sogar kann man sich nicht darüber vereinigen, ob man sich das im Wasser aufgelöste Kochsalz als eine Verbindung von Chlor mit Natrium, oder als Verbindung von Salzsäure mit Natron vorstellen müsse, ob das im Wasser aufgelösete Schwefelkalium sich als solches, oder als hydrothionsaures Kali in der Auf-

lösung befinde. Diese unfruchtbaren Untersuchungen sind nur die Folge von einer atomistischen Vorstellungsweise, welche die völlige Gleichartigkeit und Continuität der Verbindung nicht anerkennt und daher die Erscheinungen dadurch zu erklären sucht, daß sie die Atome so oder anders gruppirt.

Das eben angeführte Beispiel von der atomistischen Vorstellungsweise über die Zusammensetzung der Salze, kann in ähnlicher Art auf die Vorstellungen übertragen werden, welche man über den Verbindungszustand der Atome bei allen zusammengesetzten Körpern entworfen hat. Von der Unrichtigkeit der Ansicht, eine chemische Verbindung C als eine Zusammensetzung der Atome der Körper A und B aus dem Grunde zu betrachten, weil C aus der Vereinigung von A und B hervorgegangen ist, giebt fast jeder chemische Versuch ein Zeugniß. Niemand wird läugnen, daß das schwefelsaure Kali aus Schwefelsäure und Kali zusammengesetzt werden kann; wenn man aber mit dem Urtheil: daß dies Salz aus Schwefelsäure und Kali bestehe, zugleich das Urtheil über die Natur dieser Verbindung aussprechen zu können glaubt, so geht man über alle Erfahrung hinaus. Durch gewisse chemische Reactionen lassen sich zwar Schwefelsäure und Kali aus dem Salz darstellen, aber durch andere Reactionen erhält man aus demselben Salz; Schwefel, Kalium und Sauerstoff. Die Voraussetzung, daß das Polychrestsalz aus Schwefelsäure und Kali bestehe ist folglich eben so wenig richtig, als die, daß es aus Schwefel, Kalium und Sauerstoff zusammengesetzt sei. Die

Erfahrung lehrt nur, daß durch verschiedene Reactionen verschiedene Stoffe und Verbindungen aus dem Salz dargestellt werden können, daß diese also nicht darin vorhanden, sondern durch die Zerstörung desselben erst erzeugt worden sind und daß die Natur der Producte nur allein von dem chemischen Prozeß abhängig ist, der zur Vernichtung des Salzes angewendet wird. Aus der Weinschwefelsäure laßt sich durch einen sehr einfachen chemischen Prozeß die Schwefelsäure darstellen, und dennoch giebt jene Säure in Verbindung mit Basen nicht die geringste Reaction auf Schwefelsäure, ja sie liefert sogar mit der Baryterde ein leicht auflösliches Salz. Zeigt dies Verhalten nicht offenbar, daß die Schwefelsäure in der Verbindung zur Weinschwefelsäure ganz andere Eigenschaften erhalten hat und daß die Weinschwefelsäure ein neuer Körper geworden ist, bei welchem nichts mehr an die Natur der Körper erinnert, aus deren Verbindung er entstand? Und zeigt nicht in ähnlicher Art die Schwefelsäure, die mit dem Natron das Glaubersalz gebildet hat, andere Eigenschaften als die Schwefelsäure, die in Verbindung mit Zinkoxyd den Zinkvitriol bildet? Sollte nicht das Chlor in Vereinigung mit dem Natrium zu Kochsalz ein ganz anderer Körper sein, als das Chlor in Verbindung mit Quecksilber zum Sublimat? Nicht der Sauerstoff in Verbindung mit Arsenik ein ganz anderer Körper als in Verbindung mit Eisen? Die verschiedenen Verdichtungszustände weisen unmittelbar darauf hin, wenn man auch die auffallenden Verschiedenheiten in den Wirkungen der genannten Substanzen auf das organische Le-

ben, je nachdem sie mit diesem oder mit jenem Körper verbunden sind, unberücksichtigt läßt.

Es ist ferner durchaus willkürlich, einfache, binäre, ternäre u. s. f. Verbindungen zur Zusammensetzung der Körperatome anzunehmen und ebenso willkürlich ist wieder die Zusammensetzung der integrirenden Atome selbst, welche man die zusammengesetzten Radikale genannt hat. Für die organischen Substanzen die zusammengesetzten Radikale aufzufinden, hat bis jetzt noch nicht vollständig gelingen wollen, und wird auch, ohne der Natur dieser Substanzen einen Zwang anzuthun, nicht auszuführen sein. Die eigenthümliche, frei sich entwikkelnde Natur der Körper, der organischen sowohl als der unorganischen, geht bei der unerfreulichen Vorstellung von ihrer Zusammensetzung aus Atomen verloren, und die Resultate, zu denen die chemische Analyse durch Zerstörung und Vernichtung der Stoffe gelangt, werden als das Mittel angesehen, die innere Natur der durch eigene organisirende Thätigkeit sich bildenden Körper zu erfassen, die aus ihrer elementaren Zusammensetzung allein, niemals erkannt werden kann. Warum man bei den chemischen Analysen immer nur bis zu den Elementen gelangt, erklärt sich einfach daraus, daß noch keine Reactionen bekannt sind, durch welche eine materielle Veränderung dieser Stoffe bewirkt werden kann. Daß man aber die zusammengesetzten Körper, bei welchen einerlei Elementarzusammensetzung angetroffen wird, aus diesem Grunde auch für einerlei Stoffe ansehen zu müssen glaubt, ist die große Täuschung, in welche die Chemie der unorganischen Körper

verfallen ist und welche man jetzt auch sogar auf die organischen Substanzen zu übertragen droht. Wäre man selbst berechtigt, bei einer leblosen und bei einer belebten organischen Substanz eine ganz gleiche Elementarzusammensetzung vorauszusetzen, wäre man also berechtigt, sie für ganz gleiche chemische Stoffe anzusehen, obgleich ihre chemischen Reactionen nicht dieselben sind; so sind sie doch physiologisch und physikalisch so verschieden, daß das Urtheil des Chemikers über die Uebereinstimmung ihrer Natur als ein ganz untergeordnetes erscheint, und nur in einem beschränkten Sinne richtig bleibt. Eben so können zwei unorganische Substanzen von gleicher elementarer Zusammensetzung in ihren Eigenschaften ganz verschieden sein, denn die aus einer Analyse erkannten elementaren Bestandtheile eines Körpers lehren uns ganz eigentlich nur den Leichnam, den Körper nach seiner Vernichtung, kennen und die aufgefundenen Bestandtheile können über seine Natur keinen Aufschluß geben. Es ist nicht die chemische Zusammensetzung, weder bei den organischen noch bei den unorganischen Körpern, sondern eine von höheren Principien als von einem Gezimmer aus elementaren Körpertheilchen abhängige bildende Kraft, welche den Naturkörpern ihre Eigenthümlichkeit und ihre wesentlichen Eigenschaften verleiht.

Eine andere, als die aus der verschiedenen Combination der Atome entspringende Verschiedenheit des Verbindungszustandes der Atome, welche die Atomenlehre bei ihren Vorstellungen über die Zusammensetzung der Körper annehmen zu müssen glaubt, betrifft zwar ebenfalls die Art und Weise

wie die einfachen oder die zusammengesetzten Atome mit einander verbunden gedacht werden, zugleich aber auch die Lage und die Stellung der Atome gegen einander. Diese letzte Bestimmung ist deshalb erforderlich, um Rechenschaft darüber geben zu können, wie sich zwei Körper physikalisch von einander unterscheiden können, ohne in der chemischen Zusammensetzung von einander abzuweichen. Man unterscheidet dabei verschiedene Fälle. Einmal den Fall, wo die Atome, welche den Körper unmittelbar zusammensetzen (welche die constituirenden Atome heißen mögen, weil sie selbst wieder zusammengesetzt können, dann aber als ein unzertrennbares zusammengesetztes Atom gedacht werden müssen *), ihre Lage und Richtung gegen einander ändern, — und dann den Fall, wenn die Atome, welche das constituirende Atom bilden, eine Veränderung in ihrer Lage und Stellung erfahren. Der Grund zu diesem Unterschiede wird darin gesucht, daß im ersten Fall nur das physikalische Verhalten ein anderes ist, als das eines anderen mit ihm ganz gleich zusammengesetzten Körpers, beide aber gleiche chemische Reactionen behalten, wogegen im zweiten Fall nicht allein das physikalische, sondern auch das chemische Verhalten beider übrigens ganz gleich zusammengesetzter Körper sich ändert. Man stellt sich vor, daß im letzten Fall die Verschiedenheit der beiden Körper tiefer in ihre Natur eingreifend sei und daß daher die veränderte Stel-

*) Man hat bekanntlich angefangen, die Molekule von den Atomen zu unterscheiden, um eine kurze Bezeichnung für die constituirenden Atome zu erhalten.

lung der constituirenden Atome nicht genüge, um so große Verschiedenheiten zu erklären. Im ersten Fall habe aber die chemische Natur der Körper noch keine Veränderung erlitten, sondern diese bleibe nur auf die physikalischen Differenzen beschränkt, welche durch die veränderte Stellung der constituirenden Atome hinreichend erklärt werden könne. Diese Veränderungen in der Lage und Stellung der die constituirenden Atome bringen die Erscheinungen des Dimorphismus, — die Veränderungen in der Lage und Stellung der constituirenden Atome bildenden Atome hingegen die Erscheinungen des Isomerismus hervor. Isomere Körper müssen immer zusammengesetzte Körper sein, aber der Dimorphismus kann auch bei einfachen oder elementaren Atomen stattfinden. Kohle und Diamant sind dimorph, aber auch Eisenglanz und rothes Eisenoxyd (geglühetes oder nicht geglühetes Oxyd) sind dimorph und nicht isomer, weil sie zwar im physikalischen, aber nicht im chemischen Verhalten verschieden sind. Dimorphe Körper solcher Art kennt man in großer Menge, indeß dürfte es nicht leicht sein zu entscheiden, ob sie im atomistischen Sinne isomorph oder isomer genannt werden müssen. Der nicht geschmolzene und der geschmolzene Granat sind in ihrem physikalischen Verhalten ganz verschieden; ihre chemischen Reactionen bieten eben keine auffallend größeren Unterschiede dar als manche ungeglühete und geglühete Erden und Oxyde. Findet nur ein Dimorphismus statt, so haben sich die Atome des Oxyds oder des Granats in ihrer Stellung gegen einander verändert; würden sie aber als isomere Körper betrachtet, so

haben bei den Oxyden die Atome des Metalles und des Sauerstoffs und bei dem Granat die Atome des zusammengesetzten Atoms r S i und diejenige des zusammengesetzten Atoms R S i ihre Stellung gegen einander verändert, obgleich die constituirenden Atome r S i und R S i unverändert geblieben sind. — Bei isomeren organischen Substanzen, von welchen die Radikale noch unbekannt sind, bei denen man nämlich noch nicht Atome 1ster, 2ter u. s. f. Ordnung hat auffinden können, sondern sich vorläufig mit der Angabe der Uratome, aus welchen sie zusammengesetzt sind, begnügen muß, giebt sich die Isomerie durch die veränderte Stellung dieser Uratome zu erkennen. Diese Substanzen, (z. B. Citronensäure und Apfelsäure; Weinsteinsäure und Traubensäure; Cyansäure und Knallsäure) enthalten einerlei Uratome und jedes derselben in gleicher Menge, so daß die chemische Zusammensetzung vollkommen dieselbe ist, obgleich das physikalische Verhalten und die chemischen Reactionen ganz verschieden sind Der Grund dieser Verschiedenheit bei gleicher chemischer Zusammensetzung wird in der Verschiedenheit der Lage und Stellung der Atome gegen einander gefunden.

Eine andere Art von Isomerie, welche man auch die Metamerie genannt hat, ist bei solchen isomeren organischen Substanzen in Anwendung gebracht, bei welchen man schon gewisse Radikale oder auch Atome 2ter Ordnung zu kennen glaubt (Harnstoff und cyansaures Ammoniak, Cyanürsäure und wasserhaltige Cyansäure; essigsaurer Holzgeistäther und ameisensaurer Aether). Diese Art der Isomerie besteht darin, daß die constituirenden Atome theils durch chemische Reactio-

nen, theils durch Erhitzung, ihren Verbindungszustand in der Art ändern, daß neue constituirende Atome entstehen, wobei also die procentualische Zusammensetzung des Körpers ebenfalls dieselbe bleibt, aber seine Zusammensetzung eine ganz andere wird. Bestände der Körper z. B. anfänglich aus den zusammengesetzten Atomen a + b und c + d, so würde er durch chemische Reaction oder durch Erhitzung, a + d und b + c oder auch (a + b + c) + d u. s. f. zu constituirenden Atomen erhalten. In weiterem Sinne würde man sagen können, daß jeder organische Körper, der durch Erhitzung zersetzt wird, in einen metameren Zustand versetzt würde, freilich mit dem wesentlichen Unterschiede, daß der organische Körper dabei in mehre specifisch verschiedene Arten zerfällt, wogegen bei der sogenannten eigentlichen Metamerie aus demselben Körper durch Umbildung nur eine neue Art entsteht, also die Zusammensetzung, hinsichtlich der relativen und absoluten Atomenzahl derselben Elemente, aufrecht erhalten wird. — Auch bei den unorganischen Körpern kennt man solche Metamerien, z. B. schwefelsaures Zinnoxydul und basisch schwefelichtsaures Zinnoxydul, welche Körper dieselbe absolute und relative Anzahl derselben Elemente enthalten und denen dasselbe Atomengewicht zukommt, die aber gleichwohl in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten ganz verschieden sind.

Noch ein anderer isomerer Zustand der organischen Körper, welcher der polymere genannt worden ist, besteht darin, daß zwei Körper A und B, die in ihrem physikalischen und chemischen Verhalten ebenfalls von einander abweichen, zwar

dieselben Uratome und in ganz gleichem relativen Verhältniß derselben zu einander enthalten, so daß sie in ihrer procentualischen Zusammensetzung als völlig gleich zusammengesetzte Körper zu betrachten sind, daß aber das absolute Verhältniß dieser Uratome zu einander nicht dasselbe bleibt (ölbildendes Gas, Aetherin und Methylen und Cefen; Terpentinöl, Citronenöl und Copaivaöl u. s. f.). Hier wird die Polymerie nicht durch verschiedene Stellung der Atome gegen einander, sondern dadurch hervorgebracht, daß von den Atomen a und b in dem Körper A eine mfache, und in dem Körper B eine nfache Anzahl enthalten ist. A besteht also aus ma + mb und B aus na + nb Atomen von a und b. Das heißt mit anderen Worten, die Materie befindet sich in A in einem andern Zustande der Verdichtung als in dem Körper B.

Diese, der dynamischen Naturansicht entsprechende Vorstellungsart ist die einfachste und unbezweifelt richtigste, die von allen den sogenannten polymeren und überhaupt von den isomeren Zuständen der Körper gefaßt werden kann. Mit welchem Recht würde man läugnen können, daß Diamant und Graphit nicht ebenfalls polymere Zustände des Kohlenstoffs sind? Dies Beispiel liegt so klar und überzeugend vor Augen, daß nur allein diese Vorstellung von der Zusammensetzung der Körper aus Atomen, Veranlassung zu den sehr erzwungenen, man kann wohl sagen, die wissenschaftliche Forschung zu einem bloßen Spiel der Phantasie herabwürdigenden Erklärungen der isomeren Zustände der Körper hat geben können.

Offenbar zeigt sich die Atomenlehre bei der Erklärung von der Ursache der Differenz im physikalischen und chemischen Verhalten zweier Körper, von durchaus gleicher chemischer Natur, von einer sehr schwachen Seite. Immer bleibt es unerklärbar, wie durch eine veränderte Stellung und Anordnung derselben Atome, Körper gebildet werden können, die in ihren chemischen Reactionen ganz verschieden sind. Solche Erfolge können zu keinem andern als zu dem Urtheil führen, daß die Continuität der Materie in den sich bildenden specifischen Arten von Körpern vorhanden ist, daß die Art des sich bildenden Körpers nicht durch die zufällige chemische Mischung der Flüssigkeit, aus welcher er entsteht, absolut bestimmt wird, und daß das physikalische und chemische Verhalten des gebildeten Körpers von der Kohäsionskraft oder von der organisirenden Thätigkeit des Körpers selbst, die sich bei einer und derselben Beschaffenheit der Mischung unter abgeänderten Umständen in verschiedener Weise wirksam zeigt, abhängig sind.

XI.

Bildung chemischer Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen ohne vorhergegangene Auflösung.

Wenn die Auflösung, oder die Vereinigung der heterogenen Körper zu einer homogenen Flüssigkeit, als der eigentliche chemische Prozeß, das Heterogenwerden der flüssigen Mischung durch Entstehung specifischer Arten hingegen als die Wirkung der organisirenden Thätigkeit der Materie erkannt worden sind, wodurch sich der gegebene Stoff unter den gegebenen Verhältnissen so und nicht anders zu der eigenthümlichen Art gestaltet, so entsteht jetzt die doppelte Frage, ob der chemische Prozeß nur allein in der Form der Auflösung oder der Bildung einer flüssigen Mischung statthaft ist, und ob die Bildung bestimmter Arten nothwendig immer einen vorher stattgefundenen flüssigen Zustand der Mischung voraussetzt, aus welcher die bestimmte Art erst durch ihre organisirende Thätigkeit sich absondert.

Eine Vereinigung fester Körper zu einer homogenen Verbindung ist durchaus zu läugnen, und wo sie zwischen starren Körpern statt zu finden scheint, ist einer von ihnen durch Reibung und durch Wärme vorher in den flüssigen Kohäsionszustand versetzt worden. Daher wird es als ein Naturgesetz anerkannt werden müssen, daß von den chemisch sich vereinigenden Körpern der eine sich nothwendig im flüssigen Kohäsionszustande befinden müsse. Aber es scheint nicht erforderlich, daß die chemische Verbindung auch nothwendig eine flüssige Mischung zum Resultat gebe, indem Beispiele vorhanden sind, daß chemische Verbindungen, welche weder den tropfbar noch den elastisch flüssigen Zustand annehmen, aus der Vereinigung heterogener Körper entstehen, von denen sich mindestens einer im flüssigen Kohäsionszustand befand. Ebenso giebt es Beispiele von Bildung eigenthümlicher Arten durch die unmittelbare Vereinigung von flüssigen Körpern, ohne vorangegangene Bildung einer flüssigen Mischung aus deren Heterogenwerden die bestimmte Art erst hervorgegangen wäre, so daß der chemische Prozeß hier mit der Bildung der specifischen Art in der That zusammenfällt.

Flüssige Mischungen, die nicht eine besondere Art bilden, sondern aus einem unbestimmten Mischungsverhältniß ihrer Bestandtheile zusammengesetzt sind, verhalten sich immer als sehr lockere Verbindungen. Von solcher Beschaffenheit sind auch die Verbindungen der Körper nach unbestimmten Mischungsverhältnissen im starren Kohäsionszustande. Dergleichen Verbindungen sind diejenigen, welche aus der Vereini-

gung mancher fester, besonders poröser Körper mit Gasarten entstehen, welche sich mit ihnen vereinigen und dadurch das unter dem Namen der Absorbtion bekannte Phänomen hervorbringen. — Auch tropfbar flüssige Körper verbinden sich leicht mit Gasarten, z. B. das Wasser mit Ammoniakgas, mit salzsaurem Gas, Schwefelwasserstoffgas, Sauerstoffgas, Stickgas u. s. f. in ganz unbestimmten Verhältnissen, indeß werden diese Verbindungen ebenfalls sehr leicht, oft durch geringe Temperaturdifferenzen, wieder aufgehoben. — Noch leichter scheinen sich die Gasarten mit einander zu verbinden, obgleich es schwer ist, bei solchen Vereinigungen zu unterscheiden, wann eine bloße Mengung und wann eine chemische Verbindung stattgefunden hat. Der Erfolg ist unter dem Namen der Diffusion der Gasarten bekannt. Wenn dabei eine chemische Vereinigung vorauszusetzen ist, so muß sie sehr locker und die Verdichtung der Materie sehr unbedeutend sein, weil die geringste Temperaturdifferenz die Verbindung wieder aufzuheben scheint.

Feste Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen der Mischung, welche sich nicht aus einer zuvor schon gebildeten homogenen Flüssigkeit aussondern, entstehen bei den sogenannten Sublimationen in der erhöheten Temperatur. Der Salmiak, welcher durch Zusammenbringen von gleichen Raummengen Ammoniakgas und salzsaurem Gas gebildet wird u. s. f., giebt ein Beispiel von der unmittelbaren Bildung fester Körper von bestimmten Mischungsverhältnissen in der gewöhnlichen Temperatur. Die aus den heterogenen Bestandtheilen

hervorgehende homogene Materie ist bei der Bildung eigenthümlicher Arten ungleich stärker verdichtet und daher die Verbindung von größerer Innigkeit und Bestand.

Alle diese Verbindungen entstehen unter mehr oder minder bedeutenden Temperaturveränderungen und die Bildungsweise solcher Verbindungen, die bei ihrem Entstehen sogleich eigenthümliche Arten darstellen, kann keine andere sein als diejenige der chemischen Vereinigung heterogener Körper zu einer homogenen flüssigen Mischung, nur mit dem Unterschiede, daß die Materie, wenn Verbindungen nach unbestimmten Mischungsverhältnissen gebildet werden, weniger verdichtet, also lockerer, — und wenn Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen entstehen, mehr verdichtet und inniger ist, als die flüssige Mischung, welche keine specifische Art bildet.

Bei der Verbindung gasförmiger Körper, aus welcher sogleich eine bestimmte Art hervorgeht, tritt wohl der Fall ein, daß nur ein bloßes Gasgemenge oder eine Diffusion beider Gasarten (also eine sehr lockere Verbindung nach unbestimmten Mischungsverhältnissen) entsteht, wenn das eine oder das andere Gas in großem Uebermaaß vorhanden ist.

Dieser Erfolg scheint besonders auf solche Fälle beschränkt zu sein, wo die Verbindung der gasartigen Substanzen durch Hülfe des Lichtes, der Electricität oder auf andere Weise bewirkt werden muß.

Die Vereinigung der festen mit gasförmigen Körpern hat immer, — mit Ausnahme der vorhin erwähnten Absorbtions=

erscheinungen, — die Entstehung von Verbindungen bestimmter Art zur Folge. Gewöhnlich ist eine Temperaturerhöhung zu dieser Vereinigung erforderlich. Mit Chlor verbinden sich die Metalle in der gewöhnlichen Temperatur nur sehr langsam und unvollständig, werden sie aber erhitzt, so erfolgt die Vereinigung unter Lichtentwickelung, welche hier als die Folge der plötzlichen Verdichtung der Materie erscheint, wie es auch bei der schnellen mechanischen Compression der Gasarten der Fall ist. Mit Sauerstoff verbinden sich nur die Metalle der Alkalien und vielleicht einiger Erden in der gewöhnlichen Temperatur, aber erweislich kein einziges schweres Metall. Bis zum Glühen erhitzt, vereinigen sich die Metalle mit lebhafter Lichtentwickelung mit dem Sauerstoff und setzen diese Verbindung ohne weitere äußere Erhitzung fort, weshalb dieser chemische Prozeß mit dem besonderen Namen des Verbrennens belegt worden ist. Die mehrsten organischen Körper entwickeln, nachdem die Verbindung mit Sauerstoff durch Temperaturerhöhung erst eingeleitet worden ist, so viel Wärme, daß es zur Fortsetzung dieses Verbrennungsprozesses nicht des reinen Sauerstoffgases bedarf.

Es scheint nicht, daß die Wärme die Stelle des Lichts bei dem Prozeß der Vereinigung der festen mit den gasförmigen Körpern ersetzen kann. Sogar die Verbindungen von einigen Gasarten mit einander können nur durch Einwirkung des Lichts zu Stande gebracht werden, wie die Verbindung des Chlorgases mit dem Wasserstoffgas, des Chlorgases mit dem Kohlenoxydgas, des Sauerstoffgases mit dem Stickgas

und des Sauerstoffgases mit dem Wasserstoffgas. Warum in diesen Fällen und bei den Verbrennungsprozessen der Akt der Verbindung nothwendig durch Licht (durch Glühen, oder durch hinzugebrachte Flamme, oder durch den electrischen Funken) eingeleitet werden muß, erscheint bis jetzt noch völlig räthselhaft, wenn man nicht annehmen will, daß Licht und Wärme dieselben und nur dem Grade nach verschiedenen Kraftäußerungen der Materie sind, welches aus andern Gründen nicht wahrscheinlich ist. Alle irdische Materie giebt die specifische Art ihres Daseins durch die verschiedenen Grade der Wärmeerregung kund, welche erst nach völliger Herstellung des Gleichgewichts zur Ruhe kommt; aber das im ganzen Weltgebäude verbreitete Licht scheint die freie Bewegung der Urmaterie — des Aethers — zu sein, durch welche die bewegende Kraft der specifisch gestalteten Materie einen Impuls erhält. Wir stehen hier an der Grenze des unbegreiflichsten von den Räthseln, welche uns in der äußerlichen Begrenzung von Raum und Zeit gegeben sind.

Kein schweres Metall verbindet sich in der gewöhnlichen Temperatur mit Wasser, und auch in der erhöheten Temperatur findet die chemische Einwirkung beider Körper auf einander erst dann statt, wenn sich Licht — durch das sogenannte Glühen — bemerklich macht. Diese Einwirkung ist aber auch nur auf wenige Metalle beschränkt und besteht darin, daß das Wasser in seine Bestandtheile zerlegt wird.

Diese Erscheinungen durch die verschiedenen Verwandtschaftsgrade zwischen Metall, Sauerstoff und Wasserstoff in

den verschiedenen Temperaturen erklären zu wollen, heißt nichts weiter als eine in besonders gewählten Worten ausgedrückte Beschreibung des Erfolgs des Prozesses. Gewiß ist es höchst merkwürdig, daß einige Metalle zwar in der Glühhitze das Wasser zersetzen und sich im glühenden Zustande mit Sauerstoff verbinden, daß beide Erfolge in der gewöhnlichen Temperatur nicht eintreten, daß aber in dieser Temperatur die Vereinigung des Metalles mit Sauerstoff statt findet, wenn Metall, Wasser und Luft gleichzeitig auf einander wirken. Eisenfeilig mit etwas Wasser zu einem Teige umgerührt, verwandelt sich bei Luftzutritt in ein schwarzes Oxyd, welches noch magnetisch ist. Das Wasser wird hierbei nicht zersetzt, es scheint also unthätig bei dem Prozeßge wesen zu sein, und dennoch war die Gegenwart desselben so nothwendig, daß ohne Wasser keine Verbindung des Eisens mit Sauerstoff zu Stande gekommen wäre. Zink und Blei verhalten sich ebenso, aber die Oxydation erfolgt langsamer; schneller bei Kadmium. *)

*) Die Wirkung dieser Metalle wird modificirt, wenn die Feilspäne derselben mit Kupferfeilig gemengt werden. Dann ist der Zutritt der atmosphärischen Luft zur Einwirkung auf das Wasser aber nicht erforderlich, sondern es wird Wasserstoffgas entwickelt, die Metalle werden oxydirt und das Kupfer bleibt unverändert. Bei Zutritt von Luft wird der Sauerstoff derselben gleichzeitig von den oxydabeln Metallen aufgenommen. Man könnte hier dem Kupfer die katalytische Kraft mit demselben Recht beilegen, mit welchem man diese Kraft für andere Fälle zu Hülfe nimmt, wenn man nicht gewohnt wäre, in diesen Erfolgen die Wirkung electrischer Kräfte zu sehen.

Wird statt des reinen Wassers eine schwache wässrige Auflösung eines alkalischen oder erdigen Salzes angewendet, so ist der Luftzutritt unnöthig, um die — langsame — Veränderung des Eisens in schwarzes magnetisches Oxyd zu bewirken. Bei diesem Prozeß wird das Wasser (also schon in der gewöhnlichen Temperatur) zersetzt. Das Salz nimmt anscheinend keinen Antheil an dem Erfolg und vermittelt — wie man sich ausdrückt — die Einwirkung des Eisens auf das Wasser, so wie dort das Wasser die Einwirkung des Eisens auf den Sauerstoff der atmosphärischen Luft vermittelte. Weil man aber mit der Annahme einer solchen Vermittelung zur Erklärung der Erscheinung nicht weit ausreichte, so hat man eine neue Kraft eingeführt, die dem vermittelnden Körper, folglich hier dem Salz und dort dem Wasser, beigelegt werden müßte.

Die katalytische Kraft ist ein Ausdruck für die erhöhete Verbindungsfähigkeit eines Körpers mit einem andern, welche durch die gleichzeitige Berührung eines dritten bedingt ist. Das Verhalten der wässrigen Salzauflösung zu dem Eisen wird daher von dieser Wirkungsart auszuschließen sein, denn dieser chemische Prozeß kann nicht anders gedeutet werden, als derjenige, welcher zwischen einem Metall und einer verdünnten Säure vorgeht. Nur im atomistischen Sinne würde sich die gleichzeitige Berührung der Salzatome mit den Atomen des Eisens und des Wassers rechtfertigen und die Oxydation des Eisens durch katalytische Kraft voraussetzen lassen. Weil denn aber jede mit einer Gasentwickelung verbundene

Auflösung eines Metalls in einer Säure durch katalytische Kraft erfolgen würde, so verzichtet auch die Atomenlehre auf diese Ausdehnung des Begriffs von katalytischer Kraft.

Man hat die katalytische Kraft zuerst zur Erklärung der sehr merkwürdigen Erscheinung anwenden zu müssen geglaubt, welche die Vereinigung des Sauerstoff- und des Wasserstoffgases zu Wasser in der gewöhnlichen Temperatur durch Platin darbietet, welches an dem Prozeß eben so wenig Antheil zu nehmen scheint, als das Wasser an der Oxydation einiger Metalle durch die atmosphärische Luft in der gewöhnlichen Temperatur. Später hat man bei der Einwirkung organischer Substanzen auf einander ähnliche sehr merkwürdige Erfolge kennen gelernt und diese ebenfalls von der katalytischen Kraft des unverändert bleibenden Körpers abgeleitet. In sofern der Ausdruck nichts anderes bedeutet, als eine Bezeichnung für die noch unbekannte Ursache eines chemischen Prozesses, der zwischen den heterogenen Körper vorgeht, kann seine Anwendung nicht tadelnswerth sein, sie würde aber Tadel verdienen, wenn man dem Körper wirklich eine solche Kraft beilegen wollte.

Die Verbindung zweier starrer Körper durch die gemeinschaftliche Berührung eines dritten tropfbar oder elastisch flüssigen Körpers, sind noch wenig untersucht. Wird möglichst kein gefeiltes Eisen mit Schwefelblumen gemengt und mit Wasser zu einem Teige angerührt, so findet bei Luftzutritt eine schnelle Absorption des Sauerstoffs statt, und man erhält in kurzer Zeit eine schwarze Masse, die nicht im mindesten die

Lackmustinktur röthet, auch kein Schwefelwasserstoffgas enthält, das erst durch Zusatz von Säure bemerkbar wird. Bei völligem Ausschluß von atmosphärischer Luft tritt, — immer unter bedeutender Erhitzung, — derselbe Erfolg ein und man ist genöthigt, die schwarze Masse für eine homogene Verbindung von Eisen, Schwefel und Wasser anzusehen, die sich bei Luftzutritt, besonders bei der Einwirkung von Säuren, schnell verändert. — Zink, Schwefel und Wasser wirken sowohl bei Zutritt der Luft, als ohne dieselbe, ungleich langsamer. Schneller Kupferfeile und Schwefelblumen. Aeußerst langsam Blei und Schwefelblumen, und zwischen Antimon, Schwefelblumen und Wasser war, bei abgehaltenem Luftzutritt, nach Verlauf von 8 Monaten noch keine Veränderung eingetreten.

Der chemische Prozeß ist also keineswegs auf die Bildung einer homogenen flüssigen Mischung (Auflösung) beschränkt und eben so wenig können specifische Arten, oder chemische Verbindungen nach bestimmten Verhältnissen der Mischung, immer nur durch das Heterogenwerden chemischer Solutionen, sei es durch Verdampfung oder durch chemische Reactionen dargestellt werden; aber für den chemischen Prozeß selbst, welcher die Verbindung heterogener Körper nach bestimmten oder unbestimmten Verhältnissen der Mischung zur Folge hat, bleibt der flüssige Zustand von wenigstens einem der aufeinander wirkenden Körper eine nothwendige Bedingung.

XII.

Electricität. Heterogenwerden flüssiger Mischungen durch dieselbe.

Electricität ist die bewegende Kraft der Materie, welche sich bei der mechanischen Berührung heterogener oder differenter Körper, durch das Streben sich einander zu nähern (anzuziehen) zu erkennen giebt. Kein Körper ist für sich electrisch, wird es aber sogleich, wenn er mit einem heterogenen in Berührung tritt und dann erhält ein jeder von den einander berührenden Körpern seine eigene Electricität, die entgegengesetzte des anderen. So lange die Körper einander berühren, verharren sie in dem ihnen eigenthümlichen electrischen Zustande, der bei der Trennung bald wieder verschwindet. Jedem Körper kommt also bei der Berührung mit einem heterogenen nur eine Electricität zu und diese kann nur dadurch zur Existenz gelangen, daß auch die andere sich bemerkbar macht. Weil die Berührung, im physischen Verstande, die Wechselwirkung der Undurchdringlichkeit der Körper ist, so kann aus der Anziehung in der Berührung keine Bewegung entspringen, so

lange die Berührungsfläche für beide Körper eine gemeinschaftliche bleibt, und dies wird so lange der Fall sein, als keine chemische Vereinigung statt findet. In dem Begriff von entgegengesetzten Electricitäten liegt es schon, daß keine Electricität ohne die andere vorhanden sein kann und daß auch die Aeußerungen beider stets in einem gleich hohen Grade statt finden müssen. Wenn ein Körper durch die Berührung mit einem andern electrisch wird, so ist es auch nothwendig der andere in gleichem Grade, aber im entgegengesetzten Verhältniß. Da die Größe der electrischen Erregung, welche die heterogenen Körper bei der Berührung zeigen, durch die Größe oder Stärke der abstoßenden Kraft gemessen werden kann, welche die Körper auf andere, in einem gleichnamigen Electricitätszustande befindlichen Körper äußern, so weiß man, daß die Größe dieser electrischen Erregung bei den verschiedenen Körpern eine sehr verschiedene, und bei manchen verschwindend groß ist. Den Zustand, worin sich zwei einander berührende heterogene Körper von entgegengesetzter Electricität befinden, hat man die electrische Spannung genannt. Zwischen zwei heterogenen, einander berührenden Körpern findet also immer eine electrische Spannung statt, die aber oft unbemerkbar groß ist. Ein anderer electrischer Zustand der Körper, der mit dem eben erwähnten nicht genau übereinstimmt, wird auch mit dem Namen der electrischen Spannung bezeichnet, nämlich derjenige, wo sich zwei Körper, — von homogener oder von heterogener Natur, — von denen jeder die entgegengesetzte Electricität des andern zeigt, nicht in unmittelbarer Berührung befinden,

sondern durch einen Körper von einander getrennt sind, der die Eigenschaft besitzt, den electrischen Zustand durch die Berührung mit heterogenen Körpern, oder auch durch Mittheilung, nicht leicht, d. h. nur in einem sehr geringen Grade, anzunehmen.

Wenn die Electricität nur in der Form der Berührungselectricität bekannt wäre, so würde man kaum Veranlassung gehabt haben, die electrischen Aeußerungen der Körper für etwas anderes anzusehen, als für das, was sie wirklich sind, nämlich als die Aeußerungen der Materie selbst, die sich an ihren Begränzungsflächen als Anziehung des Entgegengesetzten (Heterogenen) und Abstoßung des Gleichnamigen (Homogenen) offenbaren, denn die Thätigkeit der entgegengesetzten Electricitäten besteht darin, das Entgegengesetzte identisch und das Identische entgegen zu setzen. Unter der Form der Berührungselectricität hat man aber die Electricität weit später kennen gelernt, als unter der Form der Reibungselectricität, wo sie unter Verhältnissen erkannt wird, in welchen sie als ein von der Materie Getrenntes erscheint, welches den Körpern entlockt und auf andere Körper übertragen werden kann. Dadurch hat sich die Vorstellung von einer eigenthümlichen electrischen Materie gebildet, welche unter gewissen Verhältnissen von einem Körper zum andern wandert und daher nicht mehr die bewegende Kraft der Materie selbst, sondern eine eigenthümliche Materie sein soll, von welcher die Körper die Träger oder die Vehikel sind. Die Uebertragung der Begriffe, die man für die Natur der Reibungselectricität festtel-

len zu müssen geglaubt hat, auf die Erscheinungen, welche die Berührungselectricität darbietet, hat zu sehr verschiedenartigen Erklärungen dieser Erscheinungen Veranlassung gegeben.

Einige Körper, — und vorzugsweise solche, die bei der bloßen Berührung nur wenig Electricität zeigen, — besitzen die Eigenschaft, durch starken Druck oder durch anhaltendes Reiben in einen starken electrischen Zustand zu gerathen, der immer der entgegengesetzte von demjenigen ist, in welchen die drückenden oder reibenden Körper versetzt werden, zum Beweise, daß der Ursprung der Reibungs- und der Berührungs-Electricität derselbe ist. Diese Körper besitzen zugleich die Eigenschaft, in diesem Zustande lange zu verharren und dann in andern Körpern, welche bei der Berührung mit heterogenen Körpern sogleich und in einem bedeutenden Grade ihre eigenthümliche Electricität annehmen, in sofern diese mit ihnen in unmittelbarer Berührung stehen, die gleichnamige Electricität zur Erscheinung zu bringen. Dieser merkwürdige Erfolg hat Veranlassung gegeben, die Körper in gute und in schlechte Electricitätsleiter einzutheilen. Gute Leiter der Electricität sind diejenigen, welche bei der Berührung mit heterogenen Körpern sogleich und in einem bedeutenden Grade electrisch werden, nach der Trennung bald wieder in den nicht electrischen Zustand zurückkehren und bei der Berührung mit Körpern, die in den electrischen Zustand versetzt werden, die Electricität dieses Körpers annehmen. Schlechte Leiter sind für die Electricitätserregung durch bloße Berührung nicht geeig-

net, aber sie werden durch Reiben stark electrisch, verharren lange in diesem Zustande und nehmen, in der Berührung mit einem im electrischen Zustande befindlichen Körper, an diesem Zustand kaum bemerkbaren Antheil. Der Ausdruck: Leiter der Electricität, bezieht sich auf die Vorstellung, daß die Electricität eine besondere Materie sei, die von einem Körper auf den anderen übertragen, oder dem einen Körper durch den andern in der Art entzogen werden kann, daß sie zwischen beiden Körpern vertheilt wird.

Der electrische Zustand der Körper ist ein unnatürlicher, denen er bezeichnet den Zustand der Materie, in welchem sie durch ihre bewegende Kraft ihre physische Differenz in diejenige des heterogenen Körpers fortzusetzen strebt. Schlechte Leiter, die durch Reibung in diesen Zustand versetzt werden, beharren lange in diesem Zustande und wenn sie, noch ehe die Electricität in ihnen durch Reibung erregt wird, mit guten Leitern in unmittelbare Berührung gesetzt worden sind, so hat man zwei verschiedene Erfolge zu unterscheiden. Der erste besteht in der Erregung der entgegengesetzten Electricitäten durch die Berührung, welche, in so geringem Grade sie auch statt finden mag, doch als dauernd fortbesteht, so lange sich die Körper berühren. In welchem electrischen Zustande sich die beiden Körper auch befinden mögen, so wird ein jeder von ihnen doch immer die entgegengesetzte Electricität des anderen annehmen müssen, welche so lange fortbesteht, als die Berührung statt findet. Der zweite, von der Berührungs-Electricität ganz unabhängige hier zu betrachtende Erfolg be-

steht darin, daß der im electrischen Zustande befindliche schlechte Leiter seine Bewegung zu dem ihn berührenden Körper wirklich fortsetzt und ihn dadurch in denselben electrischen Zustand versetzt, den er selbst besitzt, gleichsam als ob beide differente Körper nur ein und derselbe Körper wären. Diese Fortsetzung der Bewegung findet nach der Erfahrung immer dann statt, wenn der, mit dem im electrischen Zustande befindlichen schlechten Leiter in Berührung stehende Körper ein guter Leiter, nämlich der electrischen Erregung leicht fähig ist. In so ferne dieser aber bei der Berührung mit dem electrischen schlechten Leiter nicht isolirt, d. h. nicht mit Nichtleitern umgeben ist, wird keine Electricität bemerkbar werden, weil der Körper dann im electrischen Sinne kein Individuum mehr darstellt, sondern mit der ganzen Erde in Verbindung steht. Wird mit dem isolirten Leiter ein zweiter, dritter u. s. f. Leiter durch unmittelbare Berührung in Verbindung gesetzt, so verhalten sich diese electrisch eben so wie der erste Leiter; sie erscheinen nämlich, hinsichtlich ihres electrischen Verhaltens, mit dem schlechten Leiter, der in den electrischen Zustand versetzt wird, ein und derselbe Körper zu sein. Anders gestaltet sich der Erfolg, wenn der Leiter nicht unmittelbar mit dem anderen in Berührung steht. Das Gleichgewicht des electrischen Zustandes zwischen beiden kann dann nur dadurch hergestellt werden, daß die Leiter in den entgegengesetzten electrischen Zustand gerathen, wie zwei nicht electrische Körper, die durch Berührung den entgegengesetzten electrischen Zustand annehmen. Der wesentliche Unterschied zwischen beiden Erscheinungen liegt aber darin,

daß die sich berührenden heterogenen Körper in diesem Zustande so lange beharren, als die Berührung dauert, wogegen ein im natürlichen Zustande befindlicher, also nicht electrischer Körper, der einem andern, in den electrischen Zustand durch Reibung versetzten Körper (dessen physikalische und chemische Natur mit der des ersten ganz übereinstimmend sein könnte) genähert wird, zwar die entgegengesetzte Electricität des letztern annimmt, sie auch nur so lange behält als die Annäherung statt findet und dann in den natürlichen Zustand wieder zurücktritt, daß aber der im electrischen Zustande befindliche Körper, nach der Entfernung des ersteren, in seinem electrischen Zustande verharret. Ein ähnlicher Erfolg wird eintreten, wenn zwei isolirte Leiter, die sich in einem entgegengesetzten electrischen Zustande befinden, einander genähert werden; beide verharren in diesem Zustande, auch wenn die Annäherung nicht mehr statt findet. Hat die Annäherung in beiden Fällen aber eine gewisse Gränze erreicht, so stellt sich in beiden Körpern der natürliche, nicht electrische Zustand dadurch wieder her, daß die entgegengesetzten Electricitäten beider Körper vernichtet werden, wobei sich — außer den zufälligen mechanischen Wirkungen der Zertrümmerung eines zwischen beiden im electrischen Zustande befindlichen Leitern etwa vorhandenen Nichtleiters, — jedesmal die electrischen Funken einstellen. Das electrische Licht entsteht also auf eine ganz andere Weise wie das Licht bei der chemischen Verbindung der Körper; warum aber der natürliche Zustand der im electrischen Zustande befindlichen Körper nur durch Lichtentwicklung wieder hergestellt

wird, ist eben so problematisch, als die Ursache des bei den chemischen Verbindungen entstehenden Lichtes.

Die hier vorgetragenen ganz bekannten electrischen Erscheinungen, welche man durch Mittheilung und Leitung der electrischen Materie erklärt, werden es einleuchtend gemacht haben, daß die sogenannte mitgetheilte oder geleitete Electricität ihren Ursprung zwar nicht unmittelbar von der Berührungs-Electricität ableitet, daß aber eine eigentliche Mittheilung einer mit einem Körper verbundenen Materie an einen andern Körper nicht statt findet, indem beide Körper, wegen ihrer unmittelbaren Berührung vor der Erregung der Electricität in dem einen derselben, als ein einziger Körper betrachtet werden müssen, weshalb es auch auf die physikalische und chemische Natur der durch Berührung mit einander in Verbindung stehenden Körper nicht ankommt. Jeder Körper, der durch die Berührung mit einem heterogenen electrisch bestimmt ist und der diesen electrischen Zustand unverändert behält, so lange beide mit einander in Berührung stehen, kann deshalb doch die gleichartige Electricität des in der Berührung mit ihm vereinten Körpers annehmen, sobald der letztere auf irgend eine Weise in den electrischen Zustand versetzt wird. Daß aber die unmittelbare Berührung vor der Erregung des electrischen Zustandes, die nothwendige Bedingung eines solchen Erfolges sei, zeigt sich schon durch das Verhalten der im natürlichen Zustande befindlichen Körper, welche den im electrischen Zustande befindlichen, isolirten Körper genähert werden. Noch mehr bestätigt wird die Nothwendigkeit dieser Bedin-

gung, durch das Verhalten, welches der im electrischen Zustande befindliche Leiter zeigt, wenn er mit einem Nichtleiter, in welchem die electrische Thätigkeit entwickelt ist, nicht ursprünglich in Berührung stand, sondern erst später in Berührung gesetzt wird. Jetzt sind es wirklich zwei Körper, die in den electrischen Gegensatz treten, denn der Leiter nimmt die entgegengesetzte Electricität des Nichtleiters bei der Berührung mit ihm an, woraus man die unter dem Namen der Vertheilung der Electricität bekannten Erfolge erklärt, die hier füglich übergangen werden können.

Der Ursprung aller Electricitätsäußerung der Körper ist also die Berührung des Heterogenen und deren Erfolg die Entwickelung entgegengesetzter Electricitäten in den sich berührenden Körpern. Reibungselectricität ist nur eine besondere Form, in welcher die Berührungselectricität erscheint, und ob sie durch Mittheilung oder durch Vertheilung zur Erscheinung kommt, hängt allein davon ab, ob die Körper vor der electrischen Erregung in unmittelbarer Berührung standen oder nicht. Die durch Wärme in einem und demselben Körper erregte Electricität beweist, daß die Körper in verschiedenen Temperaturzuständen als heterogene Körper betrachtet werden müssen; auch scheint dieser Zustand ein schnell vorübergehender zu sein und mehr mit den Erscheinungen des Magnetismus als mit denen der Electricität zusammen zu hängen.

Nun erst wird man die Erscheinungen bei der galvanischen Kette und bei der Verbindung mehrer Ketten zu der Voltaschen Säule genügend übersehen und sich Rechenschaft

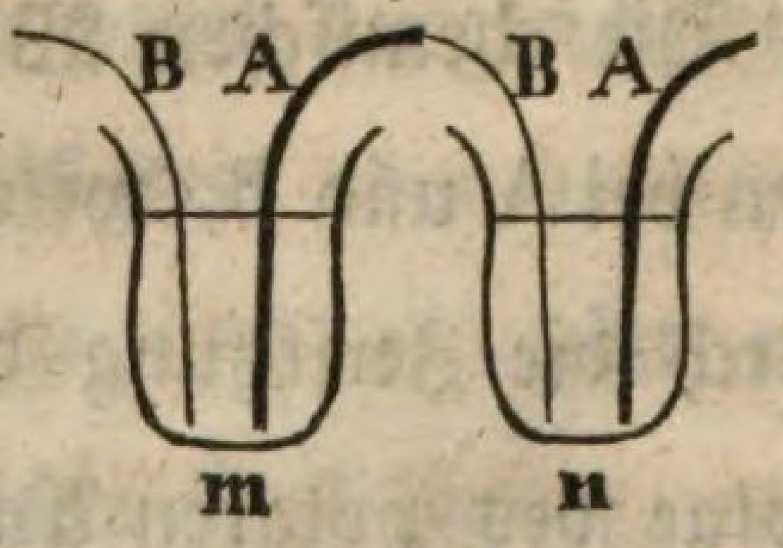
von ihrer Wirkungsart geben können. Wenn von den beiden

starren Leitern (Electromotore) in der electrischen Kette, A das positive Metall (Zink) und B das negative (Kupfer) bedeutet, welche sich unmittelbar berühren, so behält A die positive und B die negative Electricität, welche ihnen durch die Berührung zukommen, so lange als diese fortdauert. Stehen beide Kettenglieder in einem Gefäß, welches irgend eine Flüssigkeit C enthält, welche die Eigenschaft besitzen muß, daß sie der electrischen Erregung durch Berührung fähig ist (also z. B. nicht Oel), so wird A (weil es durch die Berührung mit B fortdauernd +E behält) die Flüssigkeit durch die unmittelbare Berührung in den electrischen Zustand —E versetzen. Eben so wird B (weil es durch die Berührung mit A fortdauernd —E behält) in der Flüssigkeit die +E durch die Berührung hervorrufen. Die beiden starren Körper haben und behalten also den electrischen Zustand + und —, aber jeder von ihnen nur die eine E, die ihm durch die Berührung mit dem andern eigenthümlich ist. Stände die Flüssigkeit nur mit einem Metall in Berührung, so würde auch sie nur die eine E haben und behalten, welche ihr durch die Berührung mit dem Metall zukommt. Durch die Combination von A und B und durch die gleichzeitige Berührung mit beiden, wird in der Flüssigkeit aber der electrische Zustand + und —E gleichzeitig erregt und es tritt nun ein demjenigen ähnlicher Fall ein, welcher statt findet, wenn zwei starre Leiter, in welchen der entgegengesetzte electrische Zustand entwickelt worden ist, ein=

ander genähert werden. Die Flüssigkeit ist jederzeit ein ungleich schlechterer Electricitätsleiter als ein Metall und daher bieten die beiden Kettenglieder A und B die Gelegenheit dar, die + und — E der Flüssigkeit zu OE zusammenfallen zu lassen. Die Metalle dienen also nicht bloß als Electromotoren, sondern auch als sogenannte Leiter und für diese letzte Function ist es gleichgültig, wie die Art ihrer E durch die Berührung mit einander bestimmt ist, d. h. die Ausgleichung der + und — E der Flüssigkeit wird in den Metallbogen AB immer stattfinden, welche Art der E dem Metall A oder dem Metall B auch zukommen mag. Es wird nun einleuchtend, warum A und B nicht allein in einem solchen Verhältniß zu einander stehen müssen, daß sie bei der Berührung die entgegengesetzten EE leicht entwickeln, sondern warum sie auch zugleich gute Electricitätsleiter sein müssen, so daß die erste Eigenschaft allein, für die Wirkung der Kette nicht zureichend sein würde. Es wird ferner einleuchtend, daß die Vorstellung von einem Durchgange einer electrischen Flüssigkeit, oder eines sogenannten electrischen Stromes durch die Flüssigkeit C von einem Metalle zum andern, eine nicht richtige Vorstellung von der Wirkungsart der Kette sein kann. Die ganze Wirkungsart der Kette erklärt sich durch die Berührungselectricität auf eine klare und einfache Weise. Die chemischen Wirkungen der Kette an den sogenannten Polen bei A und B, welche sich durch das Heterogenwerden oder durch die Zersetzung der Flüssigkeit zu erkennen geben, sind in Folge des polaren Auseinandertretens der flüssigen Materie, mit welcher eine Ver-

änderung in der Mischung und in der äußeren Gestaltung nothwendig verbunden ist. Die Annahme, daß die Flüssigkeit aus Atomen zusammengesetzt sei, die an jedem der beiden Pole angezogen und abgestoßen werden, führt zu der Voraussetzung, daß jedem Atom sein ursprüngliches E zukomme und daß jeder Körper eine Masse von E in sich aufgehäuft enthalte, deren Vorhandensein ganz unerweisbar ist. Aus dem Gegensatz von + und — E in der Flüssigkeit läßt sich schon erwarten, daß die flüssige Materie in ihren Zersetzungsproducten bei dem einen Pol eine andere Form als bei dem anderen annehmen müsse; diese Producte stehen aber in dem nothwendigen Abhängigkeitsverhältnisse, daß das eine nicht zur Erscheinung kommen kann, wenn das andere nicht in demselben Augenblick an dem anderen Pol sich darstellt. Daß beide sich, wenn sie durch einen chemischen Prozeß wieder vereinigt würden, zu der zersetzten Flüssigkeit selbst oder zu einem Bestandtheil derselben integriren müßten, bedarf der Erwähnung nicht.

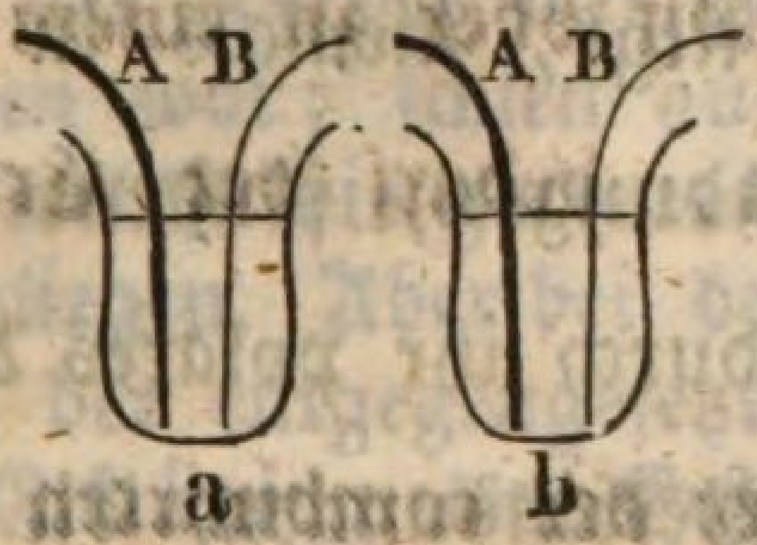
Die Wirkungsart der Säule, oder der combinirten Ketten, ist mit derjenigen der einfachen Kette völlig übereinstimmend. Nur die Art, wie die in der Mehrzahl vorhandenen Ketten combinirt werden müssen, veranlaßt einen scheinbaren



Unterschied. Wenn m und n zwei mit einer Flüssigkeit angefüllte Gefäße vorstellen, die einen Theil der ganzen, aus einer beliebigen Anzahl von Gefäßen bestehenden Vorrichtung ausmachen, so bezeichnen

A und B wieder die starren Electromotoren, wie bei der einfachen Kette, und die Electricitätserregung durch die Berührung, in den starren Körpern sowohl als in den Flüssigkeiten, geht eben so vor sich wie bei der einfachen Kette. Der einzige Unterschied besteht in der zufälligen Anordnung, daß sich die + und — E der Flüssigkeit aus je zwei Gefäßen m und n in dem Metallbogen AB ausgleichen müsse. Diese Ausgleichung kann nur erfolgen, wenn die Säule, oder die dieselbe vertretende Vorrichtung, geschlossen ist.

Wäre es nur allein der electrische Gegensatz von + und — E zwischen den starren und flüssigen Körpern in der Kette oder in der Säule, so würde die Säule auch durch starre Leiter geschlossen werden können, denen diejenige E zugeführt wird, die sie in der Stellung der starren Leiter als Glieder der Kette erhalten müssen, damit die Säule geschlossen sei.



Stellen z. B. a und b die beiden letzten Gefäße einer aus einer Mehrzahl von Gefäßen bestehenden Vorrichtung vor, die in gewöhnlicher Art durch eine Combination von einfachen Ketten mit einander verbunden sind, und bedeutet in dem Gefäß b der Leiter A das positive Glied der Kette, welches mit dem negativen Gliede B der Ketten in dem Gefäß a in Berührung gesetzt werden muß, damit die ganze Säule geschlossen wird; so würde die Schließung unter jener Voraussetzung auch erfolgen müssen, wenn dem Leiter A in b die positive E, und dem Leiter B in a die negative E durch Reibungselectricität zu-

geführt wird. Die ganze Säule beharrt aber in voller Unthätigkeit, gerade so wie eine nicht geschlossene Säule, weil sich die —E im Gefäß b mit der +E im Gefäß a nicht ausgleichen kann.

Nach der gewöhnlichen Annahme soll die Flüssigkeit in der Kette oder in der Säule, nur die Stelle eines Leiters vertreten. Sie wirkt aber durchaus nicht als Electricitätsleiter und man schreibt ihr in der Kette eine ganz unrichtige Function zu. Sie dient zur Hervorbringung eines polaren Gegensatzes von +E und —E in ihr selbst, welche, als Berührungselectricität in der Berührung mit dem combinirten starren Electromotoren, durch diese hervorgerufen, aber auch fortwährend durch die zweite Function der starren Electromotoren, nämlich in ihrer Eigenschaft als gute Electricitätsleiter, wieder vernichtet wird. Der chemische Erfolg der Kette kann, wie es in der Wirkungsart derselben liegt, niemals in der Hervorbringung von chemischen Verbindungen, sondern nur allein in der Zersetzung der Flüssigkeit durch ihr polares Auseinandertreten bestehen, und chemische Verbindungen, die sich etwa bemerklich machen, sind nur abgeleitete Erfolge.

Die Veränderung des Mischungsverhältnisses der Flüssigkeit in der galvanischen Kette und die Aufhebung ihres polarisch electrischen Zustandes stehen in nothwendiger Wechselwirkung, so daß die eine ohne die andere nicht statt finden kann. Aber so wenig wie an dem einen Pol + und —E zugleich zur Erscheinung kommen können, eben so wenig zerfällt die Flüssigkeit an einem und demselben Pol in beide Be-

standtheile, welche für jeden besonderen Fall als Zersetzungs=producte der Kette erscheinen. An dem einen Pol ist nur der eine, und an dem zweitem nur der andere Bestandtheil das Produkt der Zersetzung, jedoch dergestalt, daß die Flüssigkeit an dem einen Pol nicht heterogen werden kann, wenn sie es nicht zu gleicher Zeit auch am anderen wird.

Die Annahme, daß die Flüssigkeit in der galvanischen Kette nur als Leiter diene, ist ein gänzliches Verkennen der Wirkung der Berührungselectricität. Als Volta überzeugend nachgewiesen hatte, daß zwei heterogene starre Leiter bei ihrer Berührung die entgegengesetzten EE annehmen; als es durch spätere Untersuchungen der Physiker zur Gewißheit gebracht worden war, daß nicht allein die starren Leiter, sondern auch fast alle starre Nichtleiter der Electricität, mit wenigen Ausnahmen, durch die Berührung dergestalt in einen electrischen Zustand versetzt werden, daß der oxydablere Körper die +E und der weniger oxydable die —E erhalten und so lange behalten, als die Berührung fortdauert; und als endlich durch sorgfältige Versuche die electromotorische Reihenfolge der Körper mit immer größerer Zuverlässigkeit ermittelt worden war; schien auch der wahre Grund aller Erscheinungen, welche die galvanische Kette darbietet, klar und einfach vorzuliegen. Aber bei der Verbindung mehrer Ketten zur Säule reicht der entgegengesetzt electrische Zustand der Kettenglieder zur Erklärung der Erscheinungen nicht mehr aus, und für solche Fälle, wo Wirkungen der Berührungs=Electricität bei Ketten wargenommen werden, bei denen eine Berührung heterogener starrer Leiter nicht stattfindet, da verliert die Theorie, welche den Grund der galvanischen Action nur allein in der Berührungselectricität der starren Leiter finden will, alle Bedeutung.

Hätte Volta seine wichtigen Versuche über die Berührungs=Electricität nicht bloß auf das Verhalten der starren Körper beschränkt, sondern dieselbe Sorgfalt auf die Untersuchung des electrischen Zustandes verwendet, worin die starren und die flüssigen Körper bei der Berührung versetzt werden; so würde ihm die Function der Flüssigkeit in der galvanischen Kette von größerer Bedeutung erschienen sein; er würde die

Flüssigkeit schwerlich nur als ein Medium zur Fortleitung der durch die starren Körper erregten Electricitäten betrachtet haben. Zwei starre Leiter, die, in Folge des Contactes, in den ihnen eigenthümlichen positiven und negativen electrischen Spannungszustand versetzt worden sind, werden durch diesen electrischen Zustand nicht verhindert sein, die Electricität, welche ihnen aus irgend einer Quelle zugeführt wird, besonders diejenige, welche ihrem eigenen electrischen Zustande entgegengesetzt ist, fortzuleiten; allein ihr ursprünglicher electrischer Spannungszustand wird dadurch keine Veränderung erfahren, so lange die Ursache desselben fortdauert, so lange sie nämlich einander berühren. Die Function der Flüssigkeit in der galvanischen Kette muß daher eine andere als die der Leitung der Electricität sein, weil sich die starren Körper bei ihrer Berührung nur in den entgegengesetzt electrischen Zustand versetzen und fortdauernd darin erhalten. Welche Function die Flüssigkeit in der galvanischen Kette zu übernehmen hat, indem sie die eines Leiters der in den sich berührenden heterogenen Metallen erregten Spannungs-Electricität nicht verrichten kann, dürfte mit Zuverlässigkeit bestimmt sein, seitdem man weiß, daß sich der electrische Spannungszustand der Körper bei der Berührung nicht auf die starren Körper allein beschränkt, sondern daß er nicht minder zwischen starren und flüssigen, und zwischen zwei flüssigen Körpern stattfindet. Die durch die Berührung zweier Körper in ihnen angeregten entgegengesetzten electrischen Zustände können mit einander nicht ausgeglichen werden, d. h. es kann eine Vernichtung beider Electricitäten nicht statt finden, weil jeder Körper die ihm bei der Berührung eigenthümlich zukommende Electricität, derjenigen des anderen entgegensetzt. Anders wird der Erfolg sein, wenn in einem und demselben Körper auf irgend eine Weise beide electrische Zustände angeregt, oder ihnen mitgetheilt werden. Bei starren Leitern erfolgt die Ausgleichung plötzlich durch den electrischen Funken; bei den starren Nichtleitern gleicht sich der Gegensatz langsam und auf unmerkliche Weise aus, und bei den flüssigen Leitern, — welche sämmtlich als sehr schlechte Leiter bekannt sind, — würde die Ausgleichung wahrscheinlich auch auf unmerkbare Weise erfolgen, wenn sie nicht durch starre Leiter beschleunigt wird. Wenn sich daher in der Flüssigkeit zwei metallische Leiter befinden, denen die entgegengesetzten Electricitäten, die in der Flüssigkeit angeregt worden sind, ununterbrochen zugeführt werden,

und wenn jene Leiter selbst wieder mit einander in leitender Verbindung stehen, so werden diejenigen Erfolge eintreten, welche die galvanische Kette darbietet. Herbeigeführt wird dieser Erfolg dadurch, daß das positive Metall die Flüssigkeit durch die Berührung in den negativ, das negative Metall die Flüssigkeit in den positiv electrischen Zustand versetzt, daß beide, in leitender Verbindung stehenden Metalle die ihnen durch die Berührung mit einander zukommenden electrischen Zustände dauernd behalten, also auf die entgegengesetzten Electricitäten in der Flüssigkeit, — in sofern sie ein Continuum bildet, — dauernd übertragen, nnd daß die Ausgleichung der in der ein Continuum bildenden Flüssigkeit angeregten electrischen Gegensätze, durch die starren Electromatoren, in ihrer Function als gute Leiter, dauernd vermittelt wird. Aus dieser Wirkungsart der Kette geht hervor, daß von den drei in der Kette thätigen Körpern sich einer nothwendig im flüssigen Zustande befinden muß, wobei es für den Erfolg selbst, — wenn auch nicht für die Größe der Thätigkeit, — gleichgültig zu sein scheint, ob sich der flüssige Körper schon in der gewöhnlichen Temperatur im Zustande der Flüssigkeit befindet, oder ob er erst durch Temperaturerhöhung flüssig gemacht werden muß; ferner, daß die Wirkung der Kette lediglich auf die ununterbrochene Erregung und Vernichtung der entgegengesetzten Electricitäten des flüssigen Körpers, beides durch die starren Leiter veranlaßt, gerichtet ist; daß die starren Leiter dabei keine von der Berührungs-Electricität ausgehende chemische Veränderung erfahren; daß die chemische Mischungsveränderung, welche die Flüssigkeit erleidet, in einer Trennung ihrer Bestandtheile, sei es in die näheren oder entfernteren besteht; daß die Vorstellung von einem electrischen Strom, der durch die Flüssigkeit und durch die ganze Säule gehen soll, nicht richtig ist, daß daher auch ein Widerstand der Flüssigkeit gegen einen electrischen Strom nicht vorhanden sein kann; daß ein anderer electrischer Strom als derjenige, welcher durch die Schließungsbogen der einzelnen Ketten geht, nicht existirt; daß dieser Strom von den in der Flüssigkeit angeregten entgegengesetzten electrischen Zuständen herrührt; daß die starren Leiter keine Electricität zu diesem Strom absenden; daß die + E und — E aus der Flüssigkeit in den Schließungsbögen der einzelnen Ketten ununterbrochen zu o E ausgeglichen werden; und endlich, daß die ponderablen Bestandtheile, in welche die Flüssigkeit polarisch zerfällt, nur allein an den starren

Leitern, oder an den Polen der Kette, aber niemals und unter keiner Bedingung in der Flüssigkeit selbst abgesondert werden können. Die Wirkung der Kette, oder der Säule, wird also nicht durch die chemische Thätigkeit zwischen dem positiven Metall und der Flüssigkeit veranlaßt, sondern es wird dazu nur erfordert, daß die beiden starren Electromotoren in der Flüssigkeit die $+E$ und die $-E$ anzuregen hinreichende Kraft besitzen. Die chemischen Veränderungen, welche die Metalle durch die Flüssigkeit erleiden mögten, sind zufällige Begleiter des galvanischen Prozesses.

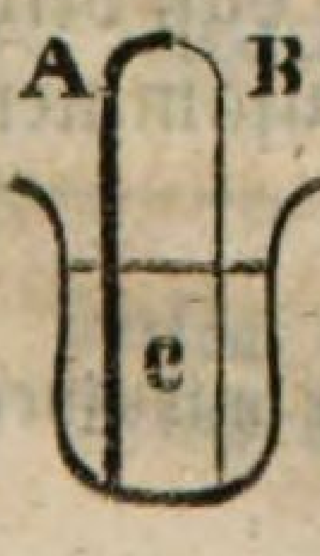
Weil diejenigen Metalle, welche als die stärksten Erreger der Electricität in der Flüssigkeit bei der Kette in Anwendung kommen, zugleich den kräftigsten chemischen Gegensatz mit der Flüssigkeit bilden, so sind in den sogenannten Erzeugungszellen des Volta'schen Apparates, chemischer und galvanischer Proceße zwar sehr häufig mit einander verbunden, aber *dieser* zufällige chemische Proceß ist der Wirkung der Kette um so mehr hinderlich, je mehr er durch die chemische Verbindungsfähigkeit des Metalles mit der Flüssigkeit begünstigt wird. In der sogenannten Zersetzungszelle des Volta'schen Apparates ist der galvanische Proceß rein und abgesondert von dem chemischen, weil in dieser Zelle die Einrichtung so getroffen ist, daß sich die starren Electricitätsleiter schon in dem zur Polarisirung der Flüssigkeit erforderlichen entgegengesetzt electrischen Zustande befinden, folglich zu den leitenden Metalldrähten solche Metalle gewählt werden können, auf welche die Flüssigkeit keinen chemischen Einfluß mehr ausübt.

Da der Erfolg einer Kette aus zwei heterogenen starren Electricitätsleitern und einer Flüssigkeit in einem polaren Auseinandertreten *der entgegengesetzten Electricitäten in der Flüssigkeit*, und in deren Ausgleichung zu oE in den starren Electricitätsleitern besteht, womit eine Mischungsveränderung der Flüssigkeit nothwendig verbunden ist, so wird auch eine galvanische Thätigkeit nicht statt finden können, wenn der flüssige Leiter nicht zersetzbar ist. Eine Zerlegung der chemischen, im flüssigen Zustande befindlichen Elementarkörper durch den galvanischen Proceß wird daher nur in dem Verhältniß möglich sein, in welchem es etwa einmal gelingt, in ihnen entgegengesetzte Electricitäten, durch die Einwirkung starrer Electricitätsleiter von hinreichend starker Intensität ihres electrischen Spannungszustandes, rege zu machen. Ehe *Davy* auf diese Weise die Alkalien und die Erden zerlegte, wurden

sie als chemische Elemente betrachtet, und dafür werden die jetzigen auch nur so lange gelten, als sich im flüssigen Zustande kein polarer Gegensatz von + E und — E hervorbringen läßt. Chemische Thätigkeit erfordert nicht mehr als zwei auf einander wirkende Körper; galvanische Wirkung kann nur unter drei Körpern statt finden, von denen sich die beiden starren Glieder jeder einzelnen Kette immer in dem entgegengesetzten electrischen Zustande befinden müssen, welcher, bei einer etwa vorhandenen chemischen Gleichartigkeit der beiden starren Kettenglieder, durch die heterogene Beschaffenheit zweier einander berührender Flüssigkeiten herbeigeführt wird. Dann erhält man eine galvanische Kette aus zwei Flüssigkeiten und einem starren Leiter, die sich in ihrer Wirkungsart von der aus zwei starren Leitern und einer heterogenen Flüssigkeit zusammengesetzten Kette unterscheidet. Selbst bei den gewöhnlichen Volta'schen Säulen- oder bei den Becher- und Trog-Apparaten, welche aus mehren Ketten zusammengesetzt sind, von denen jede aus einer Flüssigkeit und zwei heterogenen starren Leitern besteht, läßt sich zu einzelnen Ketten des Apparates ein homogenes Metall anwenden, welches die Functionen einer aus zwei heterogenen Metallen zusammengesetzten Kette verrichtet. Dies sind die Apparate mit den sogenannten Zwischenbogen oder den eingeschobenen Metallbogen, welche die Wirkung der Säule oder des Becher-Apparates nur dann nicht in einem zu hohen Grade schwächen, wenn sie nur einzeln zwischen den normal zusammengesetzten Ketten vertheilt sind. Solche eingeschaltete Ketten, deren beide Glieder aus einem homogenen Metall bestehen, bilden eben so viele sogenannte Zersetzungszellen, deren Wirkung durch die normalen Kettenglieder übertragen werden muß.

Bei der Berührung zweier starrer Körper wird der oxydablere die positive, der weniger oxydable die negative Electricität annehmen. Wenn aber ein starrer und ein flüssiger Körper sich berühren, so wird jener immer in den p o s i t i v, dieser in den n e g a t i v electrischen Spannungszustand versetzt.

Befindet sich, bei Ketten a u s z w e i s t a r r e n h e t e r o g e n e n L e i t e r n und e i n e r h o m o g e n e n F l ü s s i g k e i t, in der letzteren schon ein starrer Electricitätsleiter A, welcher die Flüssigkeit c in den negativ-electrischen Spannungszustand versetzt hat, und wird in dieselbe Flüssigkeit ein zweiter starrer Leiter B eingetaucht, o h n e daß A und B in leitender Verbindung mit einander stehen, so ist kein Grund vor-



handen, warum nicht A sowohl als B in dem ihnen zukommenden positiv-electrischen Zustande, der negativ-electrischen Flüssigkeit gegenüber, verbleiben sollten, wie dies, nach aller Erfahrung, wirklich der Fall ist. Wenn aber die Stärke des electrischen Gegensatzes zwischen A und der Flüssigkeit, und die zwischen B und der Flüssigkeit, in einem solchen Grade verschieden sind, daß A sehr stark und B nur sehr schwach positiv durch die Flüssigkeit angeregt wird; so könnte bei dem Leiter B wohl die ihm durch die Berührung mit der Flüssigkeit zukommende positiv-electrische Spannung ganz unbemerkbar werden, so daß er durch die ihn umgebende, durch den Electromotor A in einem hohen Grade negativ angeregte Flüssigkeit, selbst ein negativ-electrisches Verhalten zeigte. Daß eine solche dem schwächeren Leiter B durch die Flüssigkeit mitgetheilte negative Electricität, bei einer großen Verschiedenheit der electromotorischen Kräfte von A und B, wirklich bemerkbar wird, habe ich schon (Ueber Contact-Electricität, Berlin 1836. S. 35 u. s. f.) zu beweisen gesucht. Auch wird ein solches Verhalten bei der aus zwei heterogenen Flüssigkeiten und einem starren Leiter zusammengesetzten Kette später nachgewiesen werden. Wenn sich aber die beiden starren Electricitätserreger berühren, so wird der schwächere B durch die Berührung negativ-electrisch, also durch den stärkeren A in denjenigen Zustand versetzt, der ihn fähig macht, in der Flüssigkeit die + E zu erregen, während der positiv electrische stärkere Electromotor A die Flüssigkeit in den negativ electrischen Zustand versetzt, wodurch ein polarer electrischer Gegensatz in der ein Continuum bildenden Flüssigkeit herbeigeführt wird. Der negativ-electrische Zustand von B ist also nun nicht mehr ein durch Mittheilung von der negativ-electrischen Flüssigkeit veranlaßter, sondern ein durch die Berührung mit A herbeigeführter Zustand, durch welchen die dem schwächeren Leiter, vermöge der Berührung mit der Flüssigkeit ebenfalls zukommende positive Electricität erst überwältigt worden ist. Die Wirkung der beiden nun in entgegengesetzt electrischen Zuständen befindlichen starren Leiter wird darin bestehen, daß A fortdauernd die — E der Flüssigkeit nach B, und B die + E der Flüssigkeit nach A hinüberleitet und daß beide EE in dem Schließungsbogen fortwährend zu 0 E zusammenfallen *).

*) In den Zeichnungen sind die stärkeren Electricitätserreger mit einem

Denkt man sich eine große Anzahl von normal, d. h. aus zwei heterogenen metallischen Leitern zusammengesetzten Ketten, zu einer Volta'schen Säule oder zu einem Becher-Apparat verbunden, so wird es einleuchten, daß ein ganzes System von Ketten leicht die schwächere Wirkung einer, oder einiger anomal zusammengesetzten Ketten, d. h. solcher Ketten, deren beide Glieder aus einem homogenen Metall (einem sogenannten eingeschobenen Metallbogen) bestehen, übertragen kann. Die Zersetzungszelle ist eine solche anomal zusammengesetzte Kette, bei welcher das positive Glied aus einem negativen Metall besteht. Bei einer großen Anzahl von richtig angeordneten sogenannten Erzeugungszellen wird die Flüssigkeit durch eine anomale Kette immer noch so vollständig in den entgegengesetzten electrischen Zustand versetzt, daß es nicht darauf ankommt, ob die Polarisirung der Flüssigkeit in einer, oder auch wohl in einigen wenigen Zellen, aus der Berührung der starren Leiter mit der Flüssigkeit entspringt, oder ob sie ihren Ursprung bloß von der Mittheilung durch die starren Leiter aus anderen Zellen ableitet.

Der Proceß in der galvanischen Kette und in einem ganzen System von Ketten wird also wesentlich dadurch hervorgebracht, daß durch die Wirkung eines starren Electricitätsleiters auf eine zersetzbare Flüssigkeit, jener in den positiv, diese in den negativ-electrischen Zustand versetzt wird, daß ein zweiter und mit dem ersten in leitender Verbindung stehender starrer Leiter von geringerer electromotorischer Kraft, theils unmittelbar (durch Berührung mit dem stärkeren Electromotor), theils mittelbar (durch Mittheilung der — E der Flüssigkeit) die negative Electricität erhält, und daß durch diese entgegengesetzten electrischen Zustände der beiden starren Leiter in der zersetzbaren Flüssigkeit, ein polares electrisches Verhalten herbeigeführt und dauernd erhalten, aber bei der Anwesenheit der guten Electricitätsleiter ununterbrochen in dem Schließungsbogen wieder vernichtet wird.

Wenn aber auch die Polarisirung der Flüssigkeit und die entgegengesetzten electrischen Zustände der beiden starren Leiter dergestalt von einander abhängig sind, daß sie in nothwendiger Wechselwirkung mit einander stehen; so wird die Flüs-

---

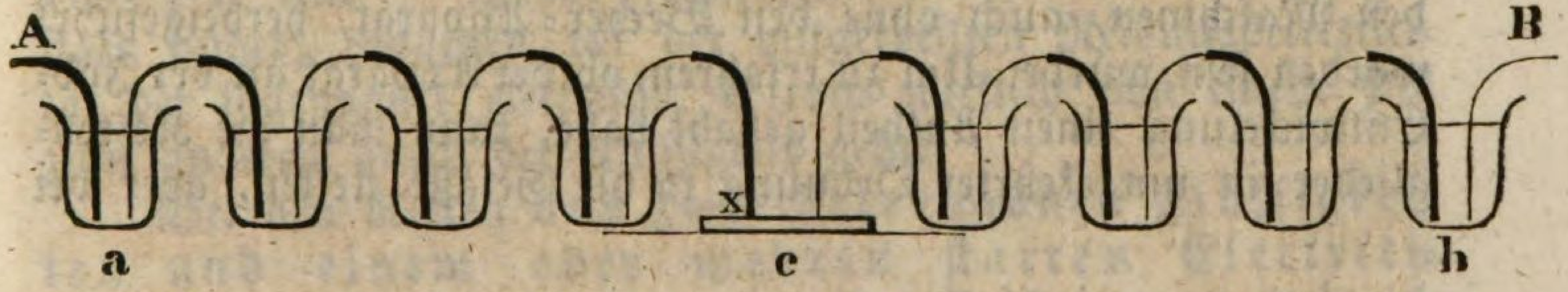
starken Strich und die schwächeren Erreger mit einem schwache Strich angedeutet.

sigkeit doch auch dann ein polares Verhalten zeigen müssen, wenn zwei starre Electricitätsleiter, welche auf die Flüssigkeit keine warnehmbare electromotorische Wirkung ausüben, im entgegengesetzt electrischen Beharrungszustande in der Flüssigkeit stehen, und es wird sich unter solchen Verhältnissen der galvanische Proceß einleiten, sobald den Electricitäten, welche sie der Flüssigkeit mittheilen, durch schnelle Ableitung eine Gelegenheit zur Ausgleichung dargeboten wird. Eine solche Ausgleichung findet in der Flüssigkeit der Zersetzungszelle und überhaupt in den Zellen statt, deren Flüssigkeit durch eingeschobene homogene electrische Zwischenbogen in den polaren electrischen Zustand versetzt worden ist. In diesen Zellen wird also der entgegengesetzte electrische Zustand der Flüssigkeit nicht durch den Contact der starren Leiter mit der Flüssigkeit, sondern durch Mittheilung der aus den normalen Zellen abgeleiteten Electricitäten hervorgebracht; die Ausgleichung findet dabei aber in derselben Art wie bei den normalen Ketten, durch den Metallbogen statt. — Umgekehrt werden auch zwei starre Electricitätsleiter einen polaren electrischen Gegensatz erhalten müssen, wenn sie in einer auf irgend eine Weise electrisch-polarisirten Flüssigkeit eingetaucht sind, auf welche sie eine eigenthümliche electromotorische Wirkung in einem bemerkbaren Grade nicht ausüben. Der galvanische Proceß wird dann zur Thätigkeit gebracht, sobald die Einrichtungen so getroffen sind, daß sich die entgegengesetzten Electricitäten der polarisirten Flüssigkeit durch den starren Leiter ausgleichen können. Die Ketten aus zwei flüssigen und mindestens einem starren Electricitätsleiter geben davon Beispiele.

Man hat in der Wirkung der Reibungs-Electricität auf die Flüssigkeiten, ungeachtet der großen Uebereinstimmung der Erscheinungen mit denen bei der galvanischen Kette, doch wesentliche Verschiedenheiten im Erfolge gefunden. Daß die stärksten sogenannten electrischen Ströme aus den wirksamsten Maschinen, in der Fähigkeit die Flüssigkeiten zu zersetzen, gegen die schwächsten Volta'schen Säulen außerordentlich zurückstehen, kann nicht befremden, wenn man erwägt, daß das Wesen der galvanischen Kette nur allein in der Polarisirung einer zersetzbaren Flüssigkeit durch zwei starre Leiter beruhet, die ihre entgegengesetzt electrischen Zustände durch die Berührung mit der Flüssigkeit selbst erhalten, wogegen bei der Maschinen-Electricität die Flüssigkeit nur durch Mittheilung des electrischen Zustandes der starren Leiter, aber nicht durch eine

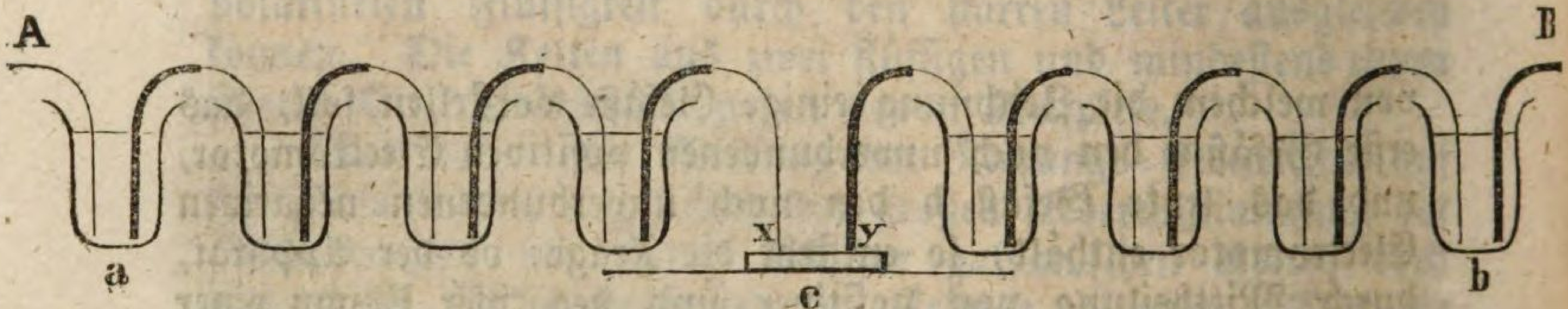
eigenthümliche Erregung durch die Berührung, in den polaren Zustand versetzt wird und die Ausgleichung der entgegengesetzten Electricitäten der Flüssigkeit außerdem in ganz anderer Art als bei der Volta'schen Kette statt findet; sie werden nämlich nicht, wie bei der Kette, in dem Metallbogen gegenseitig zu o E zusammenfallen, sondern die angeregte —E der Flüssigkeit wird durch den positiv electrischen, und die +E der Flüssigkeit durch den negativ-electrischen starren Leiter ausgeglichen werden. Diese Ausgleichung erfolgt um so langsamer und unvollständiger, als die den starren Leitern mitgetheilten entgegengesetzten Electricitäten schon durch die Leiter selbst, nämlich durch die Flüssigkeit hindurch, und ohne daß diese weiter einen Antheil daran nimmt, bewerkstelligt wird.

Es ist noch zu untersuchen, ob eine offene Volta'sche Säule durch sehr schwache starre Electromotoren, die durch Mittheilung (durch Maschinen-Electricität) in den entgegengesetzten electrischen Zustand versetzt worden sind, geschlossen, oder zur Thätigkeit gebracht werden kann. Wenn z. B. bei einem aus mehren Gefäßen bestehenden Becher-Apparat,



von welchem die Zeichnung einige Gefäße vorstellen soll, das erste Gefäß a den noch unverbundenen positiven Electromotor, und das letzte Gefäß b den noch unverbundenen negativen Electromotor enthält, so entsteht die Frage: ob der Apparat, durch Mittheilung von positiver und negativer E von einer Electrisirmaschine, eben so gut geschlossen wird, als durch die Verbindung der beiden Electromotore in a und b durch einen metallischen Leiter. Wendet man einen Becher-Apparat von z. B. 20 Gefäßen an, bei welchem die Gefäße mit stark verdünnter Schwefelsäure angefüllt und zu den Kettenpaaren Streifen von Zink- und Platinblech in gewöhnlicher Art combinirt werden, und läßt man, um die Wirkung recht augenscheinlich zu machen, die Zersetzungszelle c aus Löschpapier mit einer wässrigen Auflösung von Jodkalium getränkt und mit Lackmuspapier bedeckt, bestehen, so hat der positive

Electromotor A in a die Function die — E der Flüssigkeit in a abzuführen; er müßte folglich durch Mittheilung die positive Electricität erhalten, die er, bei vollständiger Schließung des Apparates, durch die + E, welche der negative Electromotor B aus der Flüssigkeit in b ableitet, bekommen haben würde. Verbindet man also den positiven Electromotor in a (den sogenannten positiven Pol) bei A mit dem Conductor einer Maschine, der die positive E mittheilt, so muß der negative Electromotor in b (der sogenannte negative Pol) bei B mit dem Conductor einer zweiten Maschine in Verbindung gesetzt werden, durch welchen ihm die negative E mitgetheilt wird. Der Versuch kann auch in der Art abgeändert werden, daß nur eine Maschine angewendet wird, die bald + E, bald — E mittheilt, wobei dann am entgegengesetzten Pol eine natürliche Ableitung (Mittheilung) durch den Erdboden statt findet. Werden die Maschinen in Wirksamkeit gesetzt, so wird sich in der Zersetzungszelle am positiven Electromotor bei x sogleich eine starke Jod-Entwickelung zeigen, wie sie durch die galvanische Kette hätte erfolgen müssen, aber durch die den starren Electromotoren mitgetheilte Reibungs-Electricität von den Maschinen, auch ohne den Becher-Apparat, herbeigeführt worden sein würde. Um zu erfahren, ob der Apparat an der Jod-Entwickelung einen Antheil gehabt habe, kann man die Kettenglieder in umgekehrter Ordnung in die Gefäße stellen, aber bei

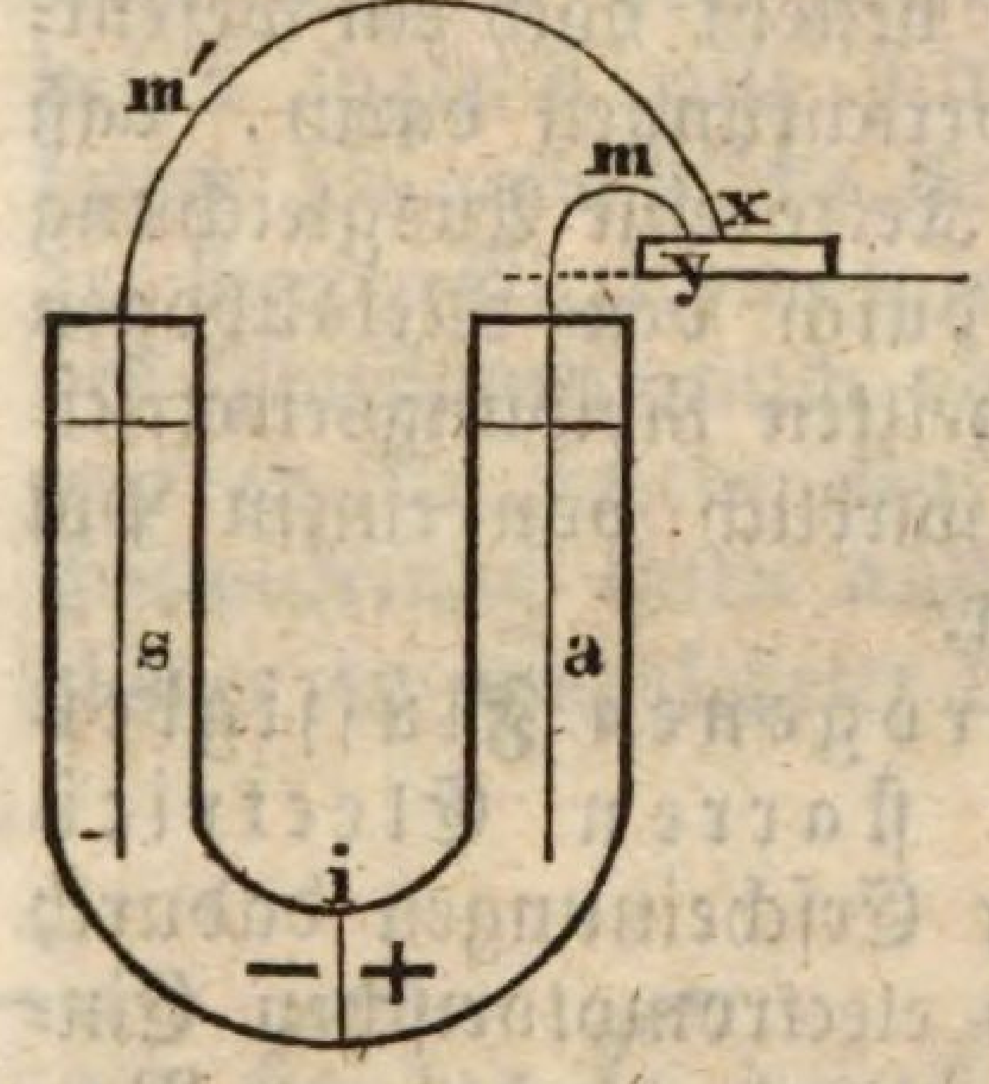


A mit dem positiven und bei B mit dem negativen Conductor der Maschinen, wie vorhin, in Verbindung lassen. Wenn die Maschinen bei dieser Anordnung in Thätigkeit gesetzt werden, so wird die Jod-Entwickelung ebenfalls bei x, bei y aber keine Spur davon statt finden, zum Beweise, daß die Zersetzung der Flüssigkeit bloß durch die Reibungs-Electricität bewirkt wird. Sobald die Gefäße a und b, während der vollen Wirksamkeit der Maschinen und bei derselben Stellung der Kettenglieder wie hier, durch eine nasse Schnur verbunden

werden, hört die Jod-Entwickelung bei x augenblicklich auf und tritt mit großer Stärke bei y ein, wo sie, bei geschlossener Kette auch nothwendig stattfinden muß. Die Volta'sche Säule kann also durch einen entgegengesetzten electrischen Zustand der Electromotoren nicht geschlossen werden, wenn sich nicht zugleich (wie in der Zersetzungszelle u. s. f.) die +E und die —E der Flüssigkeit in dem Metallbogen mit einander ausgleichen können. Es wird sogar die der Flüssigkeit durch die Reibungs-Electricität mitgetheilte schwache Polarität gänzlich aufgehoben, wenn sie nach einer Richtung erfolgt, die derjenigen entgegengesetzt ist, nach welcher die Flüssigkeit durch die Electromotoren in der Kette polarisirt wird. Obgleich in der Zersetzungszelle und in den mittelst eines homogenen (eingeschobenen) Metallbogens verbundenen Zellen, die Flüssigkeit wesentlich auch nur durch Mittheilung in den polaren Zustand versetzt wird, wie bei der electrischen Mittheilung durch Maschinen-Electricität, so besteht doch ein wesentlicher Unterschied zwischen beiden Vorrichtungen darin, daß nur bei der geschlossenen galvanischen Kette eine Ausgleichung der +E und —E der Flüssigkeit durch den Metallbogen statt findet, wogegen bei der mitgetheilten Reibungselectricität der sogenannte electrische Strom wirklich von einem Pol zum anderen durch die Flüssigkeit geht.

Bei den Ketten aus zwei heterogenen Flüssigkeiten und einem oder mehren starren Electricitätsleitern wird die Uebersicht der Erscheinungen dadurch erschwert, daß der starre Leiter seinen electromotorischen Einfluß auf die Flüssigkeiten ebenfalls geltend macht und Verwickelungen in den Resultaten des Processes herbeiführt, weshalb die Wirkungen der Contact-Electricität der starren mit den flüssigen Leitern von denen zu sondern sind, die nur allein durch den Contact der beiden flüssigen Körper hervorgebracht werden. Die Polarisirung der Flüssigkeit erfolgt durch die beiden heterogenen Flüssigkeiten selbst, so lange zwischen ihnen noch eine Gränze aufrecht erhalten wird, d. h. so lange sie sich nur berühren und nicht chemisch mit einander verbinden. Deshalb muß bei den Ketten aus zwei heterogenen Flüssigkeiten die Einrichtung auch so getroffen werden, daß beide Flüssigkeiten mittelst poröser Körper, einer Thierblase u. s. f. zwar in unmittelbarer Berührung mit einander stehen, daß aber das Zusammenfallen der Gränze durch die chemische Verbindung so viel als möglich erschwert wird. Die Aus-

gleichung der entgegengesetzten Electricitäten in beiden Flüssigkeiten würde, wegen der schwachen Electricitätsleitung, langsam erfolgen und ohne Zwischenkunft eines starren Körpers, der ein guter Electricitätsleiter ist, nicht zur Erscheinung kommen. Der starre Leiter muß dann aber so gewählt sein, daß er nur eine geringe electromotorische Kraft auf die Flüssigkeiten ausübt, also auch selbst die ihm durch die Berührung mit der Flüssigkeit zukommende Electricität nur in schwachem Grade erhält, weil seine Function in den aus zwei Flüssigkeiten bestehenden Ketten nicht darin bestehen soll, den aus der Berührung mit der Flüssigkeit entspringenden electrischen Zustand in ihm selbst und in der Flüssigkeit rege zu machen, sondern darin, daß er durch Mittheilung in die entgegengesetzten electrischen Zustände versetzt wird, welche aus der Berührung beider Flüssigkeiten in ihnen angeregt werden.



Wenn in den Schenkel s einer gebogenen Glasröhre (welcher von dem zweiten Schenkel a durch eine Thierblase oder durch einen porösen Körper i getrennt ist) eine fast concentrirte wässrige Auflösung von Kupfervitriol, und in a eine verdünnte wässrige Auflösung von Glaubersalz gebracht und in jeden Schenkel ein Platindrath dergestalt hineingestellt wird, daß die Enden beider Bleche sich weder in den Flüssigkeiten, noch auf dem mit Jodkalium angefeuchteten Papier xy berühren; so findet bei x sogleich eine Entwicklung von Jod statt. Das Platin m′ wirkt also bei x positiv und das Platinblech m bei y negativ electrisch. Wäre diese Wirkung eine Folge des electrischen Zustandes der Dräthe m′ und m, so würde m′ positiv und m negativ electrisch sein müssen. Es wird aber später gezeigt werden, daß m′ negativ und m positiv electrisch ist und daß die Wirkungen ihrer Enden bei x und y nur dadurch hervorgebracht werden, daß sie in ihrem electrischen, durch Mittheilung von der berührenden Flüssigkeit erhaltenen Zustande beharrend, die entgegengesetzten Electricitäten aus der Flüssigkeit ableiten, also gerade so wirken, wie in der Zersetzungszelle bei den gewöhnlichen Ketten.

Weil die starren Leiter bei der Berührung mit den Flüs-

sigkeiten die +E erhalten, so muß die negative E des in s oder im Kupfervitriol eingetauchten Platin m′ eine abgeleitete sein. Unter den stattfindenden Verhältnissen kann die negative E des Platin nur eine durch die Flüssigkeit mitgetheilte sein und es ergiebt sich daraus, daß die wässrige Auflösung des Kupfervitriols die —E, und die wässrige Auflösung des Glaubersalzes die +E erhält, wenn beide Flüssigkeiten sich berühren. Der positiv-electrische Zustand des in a stehenden Platin m wird dagegen einen dopelten Ursprung haben, einmal durch Mittheilung der +E der Flüssigkeit, welche sie durch den Contact mit der andern Flüssigkeit erhalten hat, und dann dadurch, daß das Metall bei der Berührung mit der Flüssigkeit schon an sich die +E erhält. Wenn man daher das Platin m′ in der Kupfervitriolauflösung stehen läßt, aber statt des Platins m in der Glaubersalzauflösung ein anderes Metall anwendet, welches eine stärkere electromotorische Wirkung auf die Flüssigkeit ausübt, so müßte die Jod-Entwickelung bei x noch stärker werden. Dieser Erfolg findet auch wirklich statt, wenn m nicht Platin, sondern Kupfer, und noch stärker, wenn m Zink ist. Dagegen findet die Jod-Entwickelung nicht statt, wenn man das Platin m in der Glaubersalzauflösung stehen läßt und statt des Platin m′ ein Kupferblech anwendet. Eben so wenig wird das Jod bei x entwickelt, wenn in s Zink ist; oder wenn in beiden Flüssigkeiten Kupfer, oder wenn in beiden Zink steht.

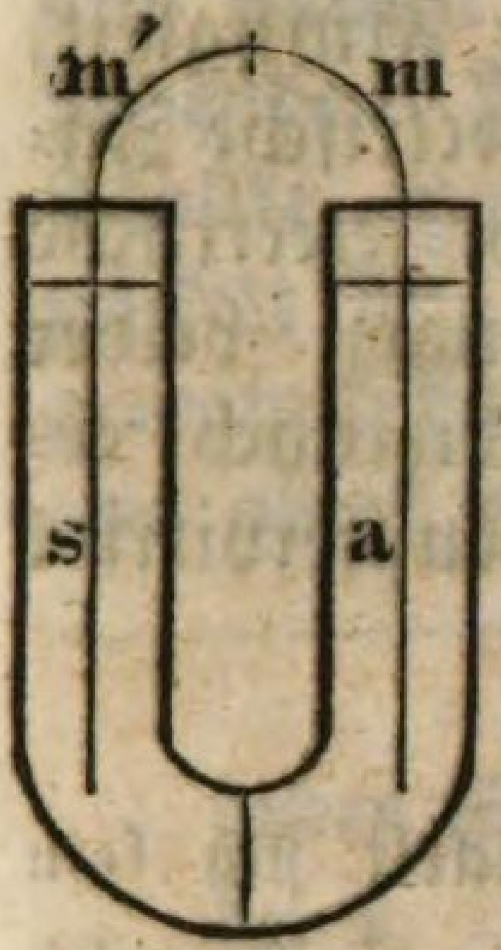
Diese Erfolge zeigen, daß die Wirkung der Kette nicht von dem Contact des Platin mit den Flüssigkeiten abgeleitet werden kann, daß vielmehr die aus diesem Contact hervorgehenden Wirkungen, die Wirksamkeit der aus zwei flüssigen Körpern bestehenden Kette bedeutend modificiren und dieselbe theils vermindern, theils erhöhen. Eine Verminderung ihrer Wirksamkeit erleidet die Kette dadurch, daß dem in s eingetauchten Metall ursprünglich die +E zukommt und daß dieser electrische Zustand erst durch die —E überwunden werden muß, welche es von der Flüssigkeit s, in Folge ihres Contactes mit a, erhalten hat. Eine Erhöhung der Wirkung entsteht dadurch, daß die +E, welche dem in a eingetauchten Metall durch die Berührung mit einer Flüssigkeit ursprünglich zukommt, durch den positiv-electrischen Zustand befördert wird, in welchem a durch s versetzt worden ist, so daß nicht allein die Stärke des electrischen Gegensatzes zwischen beiden Flüssigkeiten, sondern auch die Größe des electromotorischen

Einflusses der Metalle auf die Flüssigkeiten in Betrachtung kommen, um über die Wirksamkeit der Kette überhaupt, und über die Größe derselben zu entscheiden.

Der Erfolg, daß die Jodentwickelung bei x augenblicklich aufhört, wenn der in der Glaubersalzauflösung entstehende Drath m Platin, und der in der Kupfervitriolauflösung stehende Drath m' Kupfer oder Zink ist, oder wenn in beiden Flüssigkeiten Kupfer oder Zink steht, kann dagegen von der Contact-Electricität der beiden Flüssigkeiten nicht mehr abgeleitet werden. Dieser Erfolg wird vielmehr durch die electromotorischen Wirkungen der beiden homogenen Metalle auf die Flüssigkeiten hervorgebracht. Das Kupfer, oder das Zink m' wirkt so stark electromotorisch auf die Flüssigkeit s, daß es die ihm zukommende +E annimmt. Das nun positiv electrisch gewordene in s eingetauchte Ende des Kupfers oder des Zinkes m' wird daher nicht mehr die +E aus der Flüssigkeit s abführen können, sondern es wird die —E aus der Flüssigkeit abzuleiten streben. Die Flüssigkeit a befindet sich aber, durch die Berührung mit der Flüssigkeit s, nebst dem in derselben stehenden Metall m, in einem positiv-electrischen Zustande, und das Metall fährt fort die —E abzuleiten, so daß die Auflösung des Jodkalium nicht polarisirt werden kann *).

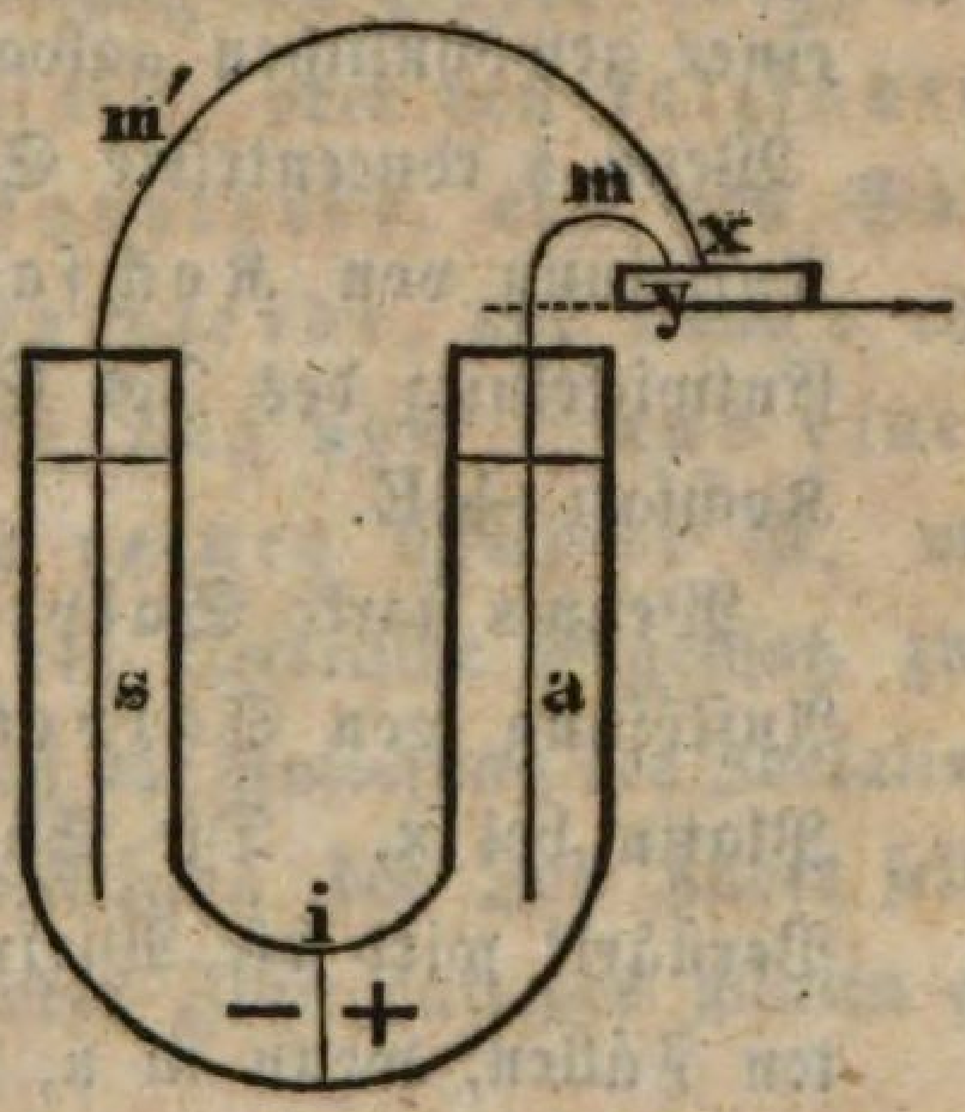
Daß das in den Flüssigkeiten eingetauchte Platin die Electricitäten der polarisirten Flüssigkeiten besitzt, in denen es sich befindet, läßt sich erweisen, wenn man die aus den Flüssigkeiten hervorragenden Enden des Platins in leitende Ver-

*) Es mögen hier mehre Beispiele folgen, unter welchen sich einige finden, bei denen die Stärke des electrischen Gegensatzes zwischen beiden Flüssigkeiten, und andere, bei denen das electromotorische Verhalten des Metalles zur Flüssigkeit sehr ausgezeichnet hervortreten. Das Ausbleiben aller Wirkung wird nicht immer durch die geringe Stärke des electrischen Gegensatzes zwischen beiden Flüssigkeiten, sondern nicht selten auch dadurch veranlaßt, daß die durch den Contact der Flüssigkeiten angeregten EE von denen nicht überwunden werden können, welche durch die electromotorische Wirkung des Metalles auf die Flüssigkeit entstehen, also dadurch, daß die zersetzbare Flüssigkeit, welche die Kette schließt, nicht polarisirt werden kann. Dieser Fall tritt indeß nur bei der Anwendung von solchen Metallen ein, die zu den electropositiveren gerechnet werden.



bindung bringt. Nach Verlauf von einigen Tagen reducirt sich Kupfer am Platin m′, so weit dasselbe in s eingetaucht ist, und an dem in a eingetauchten Platin m entwickelt sich Sauerstoffgas. Das in s stehende Platin m′ hat also —E und führt die +E dem in a stehenden Platin zu, und das in a stehende Ende des Platin m hat +E und leitet die —E zu dem in s befindlichen Platin. Die Ausgleichung beider Electricitäten findet, wie

Wenn s eine concentrirte wässerige Auflösung von Zinkvitriol und a Wasser ist und wenn in beiden Schenkeln der Röhre Platin steht, so entwickelt sich Jod bei x. Die Flüssigkeit s hat also negative und a hat positive Electricität. Wird statt des Platin m, Kupfer oder Zink in a gestellt, so ist die Jod-Entwickelung stärker. Steht aber in a Platin und in s Kupfer oder Zink, so entwickelt sich das Jod weder bei x noch bei y.



Wenn s eine gesättigte wässerige Auflösung von Zinkvitriol und a eine verdünnte wässerige Auflösung von salzsaurem Baryt ist, und wenn in beiden Schenkeln der Röhre Platin steht, so entwickelt sich das Jod bei x. Es ist also s negativ- und a positiv-electrisch.

Wenn s concentrirte Schwefelsäure und a Wasser ist und wenn in beiden Schenkeln Platin steht, so findet bei x eine Entwickelung von Jod Statt. Die Säure hat also — E und das Wasser + E.

Wenn s concentrirte oder auch sehr stark verdünnte Schwefelsäure und a eine concentrirte Auflösung von Kupfervitriol ist, und wenn in beiden Schenkeln Platin steht, so entwickelt sich das Jod bei x. Die stark verdünnte Säure hat also — E und der Kupfervitriol + E. Die Wirkung wird bedeutend verstärkt, wenn in der Auflösung des Kupfervitriols Kupfer oder Zink statt des Platin gestellt wird. Weder bei x noch bei y findet Jod-Entwickelung Statt, wenn das Platin im Kupfervitriol stehen bleibt und wenn Kupfer

bei den Ketten aus zwei starren Leitern und einer Flüssigkeit, in dem schließenden Bogen statt. Der negativ-electrische Zustand des Kupfervitriols, so wie der positiv-electrische Zustand des Glaubersalzes, wenn die Auflösungen beider Salze mit einander in Berührung stehen, ist hiernach erwiesen. Die Reduction des Kupfers aus dem Kupfervitriol

---

oder Zink in die Säure gestellt werden. Auch entwickelt sich kein Jod, wenn in beiden Schenkeln Zink oder Kupfer steht; auch nicht, wenn sich in s Zink und in a Kupfer befindet, in welchem Fall eine Jod-Entwickelung bei y zu erwarten gewesen wäre, als Wirkung einer gewöhnlichen galvanischen Kette.

Wenn s concentrirte Salzsäure und a eine concentrirte wässerige Auflösung von Kochsalz ist, so findet an dem Platin bei x die Entwickelung des Jod Statt. Die Säure hat also —E und das Kochsalz +E.

Wenn s starke Salpetersäure und a eine concentrirte wässerige Auflösung von Salpeter ist, so entwickelt sich das Jod an dem Platin bei x. Die Säure hat also —E und der Salpeter +E. Verstärkt wird die Wirkung hier sowohl als in den vorhin erwähnten Fällen, wenn in a, statt des Platins, Kupfer oder Zink gestellt wird. Bleibt aber in a das Platin stehen und wird in s Kupfer oder Zink gebracht, so erfolgt die Auflösung der Metalle in der Säure mit großer Heftigkeit, aber weder bei x noch bei y wird Jod entwickelt.

Wenn s concentrirte Schwefelsäure und a eine wässerige Auflösung von salzsaurer Kalkerde ist, so entwickelt sich Jod an dem Platin bei x. Die Schwefelsäure hat also —E und die salzsaure Kalkerde +E. Wird, statt des Platins, Kupfer oder Zink in die Säure gestellt, so hört alle Jod-Entwickelung auf. Bringt man aber Kupfer oder Zink in a, so entwickelt sich das Jod bei x sehr stark.

Wenn s eine concentrirte wäßrige Auflösung von Zinkvitriol oder von Kupfervitriol, oder von salpetersaurem Kupferoxyd, oder von salpetersaurem Silberoxyd oder von salzsaurem Kupferoxyd, oder von salzsaurem Zinkoxyd, — und wenn a eine verdünnte wässerige Auflösung von Glaubersalz oder von Bittersalz, oder von salpetersaurer Kalkerde, oder von Salpeter, oder auch von Kochsalz ist, oder wenn in

am Platin m′ wird sehr beschleunigt, wenn, statt des in a stehenden Platins m, Kupfer oder Zink angewendet wird. Wollte man aus diesem Erfolge, dessen Grund schon entwickelt ist, die Folgerung ableiten, daß die Kette als eine gewöhnliche, aus zwei starren Electromotoren m′ und m und aus einer communicirenden Flüssigkeit zusammengesetzte Kette

---

beiden Schenkeln der Röhren Platin steht, so entwickelt sich das Jod bei x. Die Metallsalze haben also die −E und die verdünnten wässerigen Auflösungen des Salpeters, des Kochsalzes u. s. f. haben die +E.

Wenn s eine concentrirte wässrige Auflösung von Bittersalz, oder von Glaubersalz, oder von Kochsalz, oder von salzsaurer Kalkerde, oder von salzsaurer Baryterde, oder von Salpeter, oder von salpetersaurer Baryterde, und wenn a eine stark verdünnte wässerige Auflösung von irgend einem der genannten Salze, oder auch reines Wasser ist, und wenn in s und a Platin steht, so ist der electrische Gegensatz zwischen beiden Flüssigkeiten so geringe, daß die Auflösung des Jodkalium nicht zersetzt werden kann. Die Entwickelung des Jod findet selbst dann nicht Statt, wenn in a Kupfer oder Zink statt des Platin gestellt wird.

Wenn s concentrirte Schwefelsäure und a eine concentrirte oder nicht concentrirte Auflösung von Glaubersalz, Bittersalz, Salpeter, salpetersaurer Kalkerde oder von Kochsalz ist, und wenn in beiden Schenkeln der Röhre Platin steht, so entwickelt sich Jod an dem in der Säure stehenden Platin bei x. Die Säure hat also −E und die Salze erhalten +E. Kupfer und Zink, statt des Platin, in die Salzauflösungen gestellt, verstärken die Wirkung. Steht aber Platin in der Salzauflösung und werden Kupfer oder Zink in die Säure gebracht, so wird weder bei x noch bei y Jod entwickelt.

Wenn s concentrirte Essigsäure und wenn a irgend eine concentrirte oder verdünnte wässrige Auflösung eines neutralen Salzes, oder auch reines Wasser ist, und wenn in beiden Flüssigkeiten Platin steht, so entwickelt sich Jod bei x. Die Säure ist also negativ electrisch.

Wenn s concentrirte Schwefelsäure und a starke Salpeter-

betrachtet werden könne; so steht dieser Ansicht der Umstand entgegen, daß eine aus ein paar schwachen Dräthen von Kupfer und Platin combinirte einfache Kette den Kupfervitriol nicht zu zersetzen vermag, und daß daher eine andere Ursache vorhanden sein muß, aus welcher die Zersetzung möglich wird.

säure ist und wenn in beiden Schenkeln Platin steht, so ist die Erregung zwischen beiden Säuren so geringe, daß das Jodkalium nicht zersetzt wird. Wenn aber Kupfer in s, und Platin in a steht, so entwickelt sich das Jod bei y; steht dagegen Platin in s und Kupfer in a, so findet die Jod-Entwickelung bei x statt. Beide Erfolge sind die Wirkungen einer gewöhnlichen galvanischen Kette. Steht in beiden Säuren Kupfer, oder auch Zink, oder wird in eine von beiden Säuren Kupfer und in die andere Zink gestellt, so erfolgt weder bei x noch bei y eine Jod-Entwickelung, ohne Zweifel weil beide Metalle nur die — E ableiten können, die Jodkaliumauflösung folglich nicht polarisirt werden kann.

Wenn s *concentrirte Schwefelsäure* und a starke Essigsäure ist, so erfolgt keine Jod-Entwickelung, wenn in beiden Schenkeln Platin, oder wenn in einem von beiden Schenkeln Platin und in dem anderen Kupfer steht. Wird aber statt des Kupfers Zink angewendet, so erfolgt die Jod-Entwicklung entweder bei x oder bei y, ganz übereinstimmend mit den Erfolgen einer gewöhnlichen galvanischen Kette. — Auch hier bleibt die Jod-Entwickelung aus, wenn in beiden Säuren Kupfer oder Zink steht, oder wenn in eine von ihnen Kupfer und in die andere Zink gebracht wird.

Wenn s eine mäßig verdünnte Auflösung von irgend einem *neutralen Salz* und wenn a eine concentrirte wässrige Auflösung von *kohlensaurem Natron* ist, und wenn in beiden Flüssigkeiten Platin steht, so entwickelt sich Jod an dem in den Salzauflösungen stehenden Platin bei x. Das Alkali hat folglich die + E. Die Wirkung wird verstärkt, wenn Kupfer oder Zink in die alkalische Auflösung gebracht werden. Die Jod-Entwickelung findet aber weder bei x noch bei y statt, wenn Platin in dem Alkali und wenn Kupfer oder Zink in den Salzauflösungen stehen.

Wenn s concentrirte oder auch verdünnte *Schwefelsäure*, *Salpetersäure*, *Salzsäure* oder concentrirte *Essigsäure* ist, wenn sich in a eine concentrirte Auflösung von *kohlensaurem Natron*

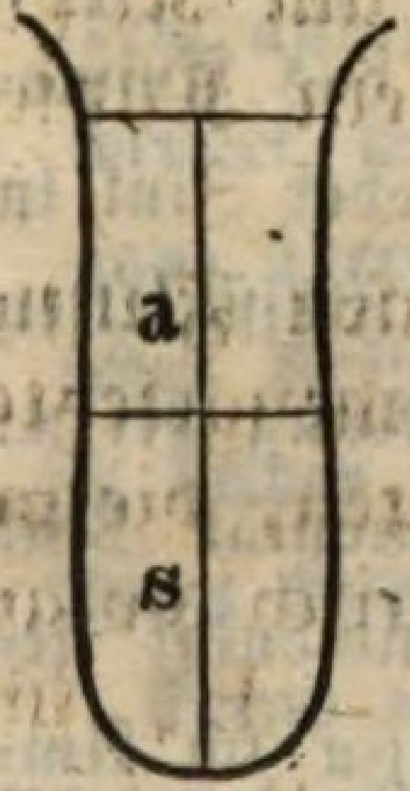
Daß die Ketten, welche durch die unmittelbare Berührung des in beiden Flüssigkeiten stehenden homogenen Metalles, in der auf S. 257 dargestellten Art, geschlossen sind, eine größere Wirkung äußern müssen, als die durch einen zersetzbaren flüssigen Leiter (S. 254) geschlossenen Ketten, ist leicht einzusehen. Es steht daher auch nicht im Widerspruch mit

befindet, und wenn in beiden Schenkeln Platin steht; so entwickelt sich Jod an dem in der Säure befindlichen Platin bei x. Das Alkali hat folglich die + E. Verstärkt wird die Wirkung, wenn Kupfer oder Zink in das Alkali gebracht werden; sie hört gänzlich auf, wenn Platin im Alkali und wenn Kupfer in der Säure steht. Bringt man aber Zink in die Säure, während Platin im Alkali steht, so findet zwar zuerst keine Jod-Entwickelung Statt; später aber, wenn die Auflösung schon etwas vorgeschritten, — also wahrscheinlich der electrische Gegensatz zwischen der Säure und dem Alkali etwas schwächer geworden ist, — entwickelt sich das Jod wie bei der gewöhnlichen galvanischen Kette.

Wenn s starke Salpetersäure und a Aetzammoniak ist, und wenn in beiden Flüssigkeiten Platin steht, so entwickelt sich das Jod an dem Platin bei x. Die Säure hat also — E und das Ammoniak + E. Die Wirkung wird verstärkt, wenn Kupfer oder Zink in das Ammoniak gebracht werden. Auch wenn in beiden Flüssigkeiten Zink oder auch Kupfer steht, so erfolgt die Jod-Entwickelung bei x. Desgleichen wenn in der Säure Kupfer und im Ammoniak Zink steht. Wird Zink in die Säure und Kupfer in das Ammoniak gebracht, so erfolgt keine Jod-Entwickelung. Steht Platin im Ammoniak und Kupfer in der Salpetersäure, so bleibt die Jod-Entwickelung lange aus, und später erst, wenn die Auflösung des Kupfers in der Säure stark vorgeschritten ist, entwickelt sich das Jod am Kupfer bei x. Steht endlich Platin im Ammoniak und Zink in der Säure, so entwickelt sich das Jod ebenfalls spät, aber nicht am Zink bei x, sondern am Platin bei y, ein Erfolg der mit dem übereinstimmt, der bei der gewöhnlichen galvanischen Kette zu erwarten ist.

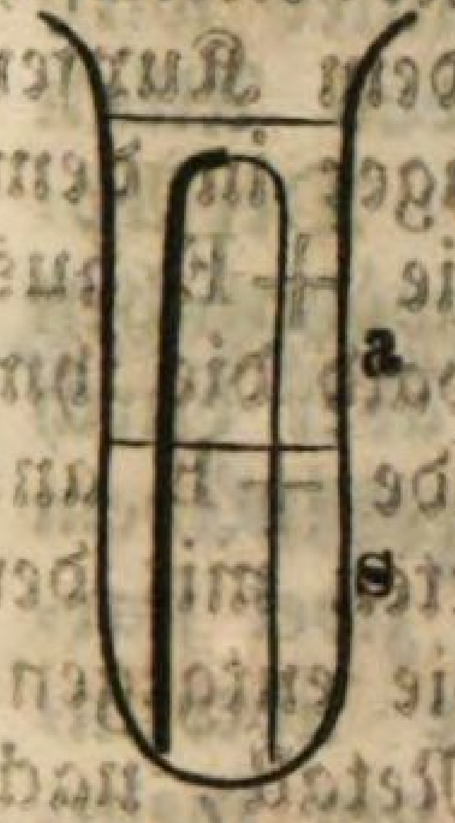
Wenn s Wasser und a eine concentrirte wässrige Auflösung von Aetzkali ist, und wenn in beiden Flüssigkeiten Platin steht, so entwickelt sich Jod an dem Platin bei x. Das Wasser hat folglich die — E und das Aetzkali die + E.

den Erscheinungen, wenn die Reduction des Kupfers aus dem Kupfervitriol bei der durch unmittelbare metallische Leitung geschlossenen Kette (S. 257) auch dann noch erfolgt, wenn m' und m Kupfer ist, während die Kette, wenn sie durch eine zersetzbare Flüssigkeit geschlossen wird (S. 254), unter solchen Umständen nicht einmal das Jodkalium zu zersetzen vermag. Bei der durch metallische Leitung geschlossenen Kette sendet nämlich das positiv-electrische Kupfer m in der positiv-electrisch angeregten Flüssigkeit a, die —E der Flüssigkeit dem Kupfer m' in s unmittelbar zu, erhält dasselbe daher länger in dem negativ-electrischen Zustande und befähigt es, die +E aus der Flüssigkeit s länger abzuleiten, also nicht so bald die ihm durch den Contact mit der Flüssigkeit zukommende +E anzunehmen. Deshalb werden aber auch diese Ketten mit der Zeit ihre Wirkung ganz verlieren und wohl gar die entgegengesetzten Erfolge veranlassen können, wenn das Metall, nach der Beschaffenheit der angewendeten Flüssigkeiten, seinen electromotorischen Einfluß geltend zu machen vermag. Nächstdem werden aber auch die Ketten eine um so größere und dauerndere Wirksamkeit zeigen und behalten, je größer der electrische Gegensatz zwischen beiden Flüssigkeiten ist.



Schichtet man die beiden Flüssigkeiten, wenn die Verschiedenheit des spec. Gew. es zuläßt, unmittelbar über einander und läßt man das Metall durch die Flüssigkeiten hindurchgehen, so hat man die sogenannte Buchholzische Kette. Bei dieser Anordnung erhält man, wegen der vollkommensten Berührung, die stärkste Wirkung, welche bei den anzuwendenden Flüssigkeiten möglich ist. Das Metall zeigt daher auch gewöhnlich in der Nähe der Berührungsfläche beider Flüssigkeiten die größte Wirksamkeit der Kette. Ist s eine concentrirte wässrige Auflösung von Kupfervitriol und a eine verdünnte wässrige Auflösung von Glaubersalz, und ist durch beide Flüssigkeiten ein Kupferblech hindurchgeführt, so setzen sich schon nach Verlauf von wenigen Stunden an dem Kupfer, so weit es in s steht, sehr schöne Würfelchen von regulinischem Kupfer ab, wogegen sich das Kupferblech, soweit es in der Flüssigkeit a steht, oxydirt, und dann mit der in s frei gewordenen Schwefelsäure verbindet. — Wendet man statt des Kupferblechs eine galvanisch-combinirte Kette von Kupfer und Silber in der Art an, daß beide Metalle auf der Gränze

beider Flüssigkeiten ihre Verbindungsstelle haben, so treten folgende Erfolge ein. Wenn in s das Silber und in a das Kupfer steht, so setzt sich schnell reducirtes Kupfer in zierlichen Krystallen am Silber ab und das Kupfer wird oxydirt. Steht das Kupfer in s und das Silber in a, so behalten beide Metalle viele Wochen lang ihren vollkommnen Metallglanz. — Wird eine galvanisch-combinirte Kette aus Kupfer und Silber dergestalt angewendet, daß beide Metalle in beiden Flüssigkeiten stehen, so findet am Silber in s und a zuerst eine Gas-Entwickelung statt, dann reducirt sich in s an dem Silber etwas Kupfer, jedoch ungleich weniger als am Kupfer in s, wogegen das Kupferblech in a oxydirt und stark angegriffen wird. An dem Silberblech, so weit es in der Flüssigkeit a steht, setzt sich mit der Zeit Kupferoxydul (Rothkupfererz) zuweilen sehr schön krystallinisch ab. Dieser Erfolg zeigt, daß die Reduction des Kupfers durch den electrischen Gegensatz der Flüssigkeiten bewirkt wird, denn wenn eine schwache Kette aus Kupfer und Silber auch überhaupt das Kupfer aus der Auflösung des Kupfervitriols zu reduciren vermögte, wie es keinesweges der Fall ist; so würde die Reduction doch nur am negativen Gliede, am Silber, und nicht am Kupfer erfolgen, und es würde sich an dem Silber in a kein Kupferoxydul absetzen können.



Aus den Wirkungen der aus zwei heterogenen Flüssigkeiten und einem starren Electricitätsleiter zusammengesetzten Kette dürfte also hervorgehen, daß zwei Flüssigkeiten, die mit einander in Berührung stehen, sich dergestalt electrisch polarisiren, daß die am mehrsten saure Flüssigkeit die —E, und die am mehrsten alkalische Flüssigkeit die +E erhält; ferner daß das Wasser die Stelle des Alkali vertritt, wenn es mit Säuren oder mit concentrirten Salzauflösungen, und daß es die Stelle der Säure vertritt, wenn es mit concentrirten wässrigen Auflösungen von Alkalien in Berührung steht, und endlich, daß bei der Kette aus zwei flüssigen und einem starren Körper, eben so wie bei der galvanischen Kette aus zwei starren Körpern und einer Flüssigkeit, in der electrischen Polarisirung des Flüssigen, das Wesen aller galvanischen Action gesucht werden muß.

Ketten aus zwei Flüssigkeiten und einem starren Electricitätsleiter lassen sich, in derselben Art wie die gewöhnlichen

gewöhnlichen galvanischen Ketten, zu einem ganzen System von Ketten, nach Art eines Becher-Apparates zusammensetzen. Schon durch die Verbindung von 12 Schenkelröhren (S. 254), bei welchen s verdünnte Schwefelsäure, a eine wässrige alkalische Auflösung, und m und m' Platin ist, erhält man einen recht wirksamen Apparat, dessen Wirkung vorzüglich deshalb im ersten Augenblick überraschend erscheint, weil bei demselben nur das Platin allein als starrer Electricitätsleiter angewendet worden ist. Die Wirkung dieses Ketten-Apparates wird sehr verstärkt, wenn man Kupfer oder Zink in das Alkali stellt und mit dem Platin in der Säure combinirt. Der Apparat erhält dadurch zwar das Ansehen eines gewöhnlichen galvanischen Ketten-Apparates, von welchem er sich aber durch die Lage der Pole wesentlich unterscheidet, die nur in dem Fall mit der Lage der Pole der gewöhnlichen, aus zwei starren Leitern und einer Flüssigkeit bestehenden Kette übereinstimmt, wenn sich der stärkere Electromotor in der am mehrsten alkalischen Flüssigkeit befindet.

XIII.

Heterogenwerden chemischer Verbindungen durch Wärme und Licht.

Wenn eine homogene flüssige Mischung durch Abdampfen, also durch Erwärmung — denn auch das sogenannte Verdunsten ist Abdampfen in der gewöhnlichen Temperatur, — heterogen wird, so denkt man nicht an chemische Einwirkung, sondern man schreibt das Heterogenwerden der Veränderung des Kohäsionszustandes des im Ueberschuß vorhandenen sogenannten Auflösungsmittels zu, wodurch die andern Bestandtheile der Mischung bestimmt werden, sich zu specifischen Arten auszubilden. Chemische Wirkung ist Veränderung des Verhältnisses der Mischung, veranlaßt durch wechselseitige Einwirkung heterogener Körper, welche an der Veränderung sämmtlich Theil nehmen. Bei dem Prozeß des Abdampfens ist aber kein zweiter Körper vorhanden, durch den eine Veränderung des Mischungszustandes der Auflösung veranlaßt werden könnte. Da diese aber wirklich eintritt, so ist sie nicht durch einen chemischen Prozeß, sondern dadurch erfolgt, daß

das Gleichgewicht zwischen der ausdehnenden Kraft der flüssigen Mischung und des dieselbe umgebenden Raumes, — er mag von ponderabler Materie erfüllt sein oder nicht, — gestört war und wieder hergestellt werden mußte. Diese Herstellung des Gleichgewichts, die sich als das beständige Streben zur Hervorbringung gleicher Temperaturen zu erkennen giebt, kann jedoch nur dann eine Veränderung der Mischungsverhältnisse eines Körpers bewirken, wenn die ihm eigenthümliche Kohäsionskraft durch die ausdehnende Kraft überwältigt wird. Daher können nur diejenigen Körper eine Veränderung in ihrer Mischung durch die Wärme erfahren, deren Bestandtheile in einem geringen Grade verdichtet sind, und welche dabei die Eigenschaft besitzen, im unverbundenen Zustande leicht in den dampf- oder gasförmigen Kohärenzzustand überzugehen. Wollte man das Heterogenwerden einer Mischung durch Wärme als einen chemischen Prozeß ansehen, so würde man auch jede Veränderung des Kohärenzzustandes eines Körpers dafür annehmen müssen.

Durch das Streben nach Ausgleichung der Temperaturen erleiden aber nicht bloß flüssige Mischungen nach unbestimmten Verbindungsverhältnissen, sondern überhaupt alle zusammengesetzten Körper eine Veränderung ihrer Mischungsverhältnisse, welche von der eigenthümlichen Art ihrer Bestandtheile, von den Verbindungszuständen derselben, nämlich von dem größern oder geringern Grad der Verdichtung der Materie in dem zusammengesetzten Körper und von den Graden der Temperatur, denen derselben ausgesetzt wird, abhän-

gig ist. Das sogenannte Verwittern der Salze gibt ein Beispiel, daß auch feste Körper, bei denen ein bestimmtes Mischungsverhältniß statt findet, schon bei den gewöhnlichen Temperaturen eine Veränderung ihrer chemischen Natur erfahren können. Diesen Verwitterungsprozeß von andern Prozessen unterscheiden zu wollen, die auch nur in der Verschiedenheit der Temperaturen, bei welchen ein Körper in seiner Zusammensetzung beharren kann oder nicht, ihren Grund haben, würde sich durch nichts rechtfertigen lassen, denn hohe und niedrige Temperatur sind nur relative Begriffe. Wenn die Verbindung eines oxydirten Körpers mit Kohlensäure durch erhöhete Temperatur heterogen wird und die Kohlensäure als Gas entweicht, so ist dies auch nur ein Abdampfprozeß. Ganz ähnlich verhält es sich überhaupt bei den Entmischungen zusammengesetzter Körper durch die Wärme. Man hat wohl darauf noch ein besonderes Gewicht gelegt, daß mit dieser Entmischung häufig noch Veränderungen in den Verbindungszuständen der Bestandtheile des zurückbleibenden Körpers verbunden sind, und daß daher die Entmischung nicht als eine bloße Verflüchtigung eines der Bestandtheile des zusammengesetzten Körpers betrachtet werden könne. Wenn z. B. Spatheisenstein in der erhöheten Temperatur, ohne allen Luftzutritt, seine Kohlensäure verliert, so ist der Erfolg ein ganz anderer, als wenn dasselbe bei dem Kalkspath geschieht. Bei dem letztern entweicht wirklich nur Kohlensäure und es bleibt Kalkerde zurück; bei dem Spatheisenstein entwickelt sich aber ein Gemenge von Kohlensäure und von Kohlenoxydgas und statt

des Eisenoxyduls hat man als Rückstand ein Eisenoxyd auf einer höhern Oxydationsstufe als auf derjenigen des Eisenoxyduls. Man stellt sich dabei atomistisch vor, daß der Spatheisenstein aus Atomen von Eisenoxydul und von Kohlensäure bestehe, daß also der letztere theilweise wieder zerlegt und dagegen das Eisenoxydul höher oxydirt werde. Man könnte mit demselben Recht die Vorstellung haben, daß der Spatheisenstein aus Atomen einer höhern Oxydationsstufe des Eisens, aus Atomen Kohlensäure und aus Atomen Kohlenoxygas bestehe. Die Natur der sich verflüchtigenden und der zurückbleibenden Bestandtheile des erhitzten zusammengesetzten Körpers, wird durch das Verhalten des letzteren in der höheren Temperatur bestimmt und kann für jeden einzelnen Fall nur durch Erfahrung ermittelt werden. Bei der Entmischung der organischen Substanzen durch Erhitzung zeigt es sich, daß die relative Menge der entstehenden Zersetzungsprodukte gänzlich von der Höhe der Temperatur abhängig ist, in welcher die Zersetzung erfolgt. Die chemische Natur der sich verflüchtigenden Stoffe ist daher von derjenigen des zurückbleibenden Körpers, und umgekehrt diese von derjenigen des sich verflüchtigenden abhängig und beide werden durch die Höhe der Temperatur bestimmt. Die chemischen Mischungsverhältnisse und Mischungszustände des erhitzten Körpers werden dabei gänzlich verändert, aber die Ursache der Veränderung ist nicht chemische Wirkung, denn es ist kein heterogener Körper vorhanden, der auf die chemische Natur des zusammengesetzten Körpers verändernd eingewirkt hätte.

Es giebt noch andere Veränderungen in den Mischungszuständen mancher Körper, welche ebenfalls durch Erhitzung hervorgebracht werden. Diese bestehen darin, daß in der gegebenen Temperatur keiner von den Bestandtheilen des Körpers verflüchtigt wird, daß aber die Körper vor und nach der Erhitzung nicht bloß andere physikalische Eigenschaften besitzen, sondern auch ganz andere chemische Reactionen zeigen. Atomistisch erklärt man diesen Erfolg durch veränderte Verbindungszustände der Atome unter einander und nennt solche Körper metamere. Dynamisch ist dieses verschiedene Verhalten des Körpers in seinen verschiedenen Zuständen eine Folge des verschiedenen Verdichtungszustandes der Materie. Dabei bleibt jedoch vorausgesetzt, daß der Körper vor und nach der Erhitzung eine homogene Zusammensetzung behalte, denn es kann auch der Fall eintreten, daß der Körper durch anhaltendes Glühen heterogen wird und daß sich neue Verbindungen bilden, welche nach dem Glühen ein mechanisches Gemenge darstellen. Dieser Erfolg findet gewöhnlich nur bei den selten vorkommenden starren Mischungen statt, die kein bestimmtes Verhältniß in der Zusammensetzung beobachten, also keine specifische Art bilden.

Bei anderen, specifisch gearteten Körpern, welche in der höheren Temperatur weder entmischt werden, noch in den sogenannten metameren Zustand übergehn, hat man die wichtige Erfahrung gemacht, daß dieser metamere Zustand eintritt, wenn sie nach dem Schmelzen erkaltet sind. Bei gleichem absoluten Gewicht, ist eine Veränderung des specifischen Gewichts eingetreten, womit ohne Zweifel eine Veränderung

ihrer Wärmecapacität in derselben Art verbunden ist, als die Kohäsion eine wesentliche Veränderung erlitten hat. Dabei zeigen die Körper vor und nach dem Schmelzen auch andere chemische Reactionen. Mit dem veränderten Verdichtungszustande sind die Körper also nicht bloß physikalisch verändert, sondern es äußert sich der Einfluß dieser physikalischen Veränderung auch mehr oder weniger auf ihre chemische Natur. Einer solchen Umbildung sind nur diejenigen Körper fähig, die in der dazu erforderlichen Temperatur theils nicht entmischt werden, theils aber auch einer so hohen Temperatur ausgesetzt werden dürfen, daß sie in den flüssigen Kohäsionszustand übergehen können, oder daß sie schmelzbar sind. Diesem Umbildungsprozeß hat man erst in der neuesten Zeit mehr Aufmerksamkeit zugewendet.

Unsere Kenntniß von der Entmischung der Körper ist besonders deshalb noch sehr mangelhaft, weil die Temperaturen, bei welchen die Entmischung erfolgt, noch wenig berücksichtigt worden sind. Bei einigen Entmischungen läßt sich mit Bestimmtheit behaupten, daß sie nur eine Folge der Temperaturdifferenzen sind und diese gehen bei sehr lockeren chemischen Verbindungen vor, bei welchen eine bedeutende Verdichtung der Materie nicht eingetreten ist. Bei andern, und wohl bei den mehrsten derselben, bleibt es zweifelhaft, ob sie durch eine bloße Temperaturdifferenz würden zu Stande gebracht werden können, und ob dabei nicht ganz wesentlich der Einfluß des Lichtes (Glühhitze) zu berücksichtigen bleibt. Es ist nicht erlaubt, das Licht als einen höhern Grad von

Wärme anzusehen und man wird zu solchem Urtheil nur da-durch verleitet, weil das irdische Licht (mit Ausnahme der noch ganz unbekannten Lichterscheinungen bei selbstleuchtenden Körpern) nur dann zum Vorschein kommt, wenn die Temperaturdifferenzen sehr bedeutend werden, oder auch durch den electrischen Funken, durch welchen die electrische Spannung aufgehoben wird, worin zwei entgegengesetzte electrische Körper versetzt worden sind.

Entmischungen, welche durch das Licht bewirkt werden, sind nur in geringer Zahl bekannt, und die Ursachen solcher Mischungsveränderungen kennt man nicht, indem sie sich auf Wärmephänomene nicht zurückführen lassen. Die Veränderungen, die das Chorsilber, das Jodsilber und das Bromsilber durch Licht erleiden, sind immer noch problematisch. Unbekannt ist die Ursache, warum concentrirte Salpetersäure am Licht in Untersalpetersäure und in Sauerstoffgas zerfällt. Eben so wenig läßt sich Rechenschaft darüber geben, warum einige Metalloxyde durch Licht in Sauerstoffgas und in niedrigere Oxydationsstufen zerfallen, warum das Chlor das Wasser im Licht zersetzt, sich in Salzsäure umändert und Sauerstoffgas entwickelt, warum Chlor nur im Licht das entbildende Gas zerlegt und die wasserfreie Blausäure, unter Bildung von festem Chlorcyan und Salzsäure, zersetzt. Warum das Licht hier Zersetzungen und dort neue Verbindungen veranlaßt, ist eben so wenig zu erklären, als warum einige Gasarten nur bei Einwirkung des Lichts zu chemischen Verbindungen zusammentreten, die eine bestimmte Art bilden.

Für die Fälle, wo das Heterogenwerden der homogenen zusammengesetzten Körper durch die Wirkung der erhöheten Temperatur, mit einer Entwickelung von Dämpfen oder von Gasarten verbunden ist, entsteht die wichtige Frage: ob ein äußerer Druck das Homogenwerden verhindern könne? Bei allen organischen Stoffen scheint die Frage verneint werden zu müssen, wenigstens ist es noch niemals gelungen, die Zersetzung durch den stärksten äußern Druck zu verhindern, obgleich dem Einwurf nicht begegnet werden kann, daß die stark verdichteten Gase durch die in der Hitze ausgedehnten Wandungen der Gefäße entwichen sein könnten und daß die Zersetzung nicht erfolgt sein würde, wenn die Gasarten keine Gelegenheit zum Entweichen gefunden hätten. — Bei den unorganischen Körpern scheint das Heterogenwerden, wenigstens in einigen Fällen, durch äußern Druck verhindert werden zu können, z. B. die Entweichung des kohlensauren Gases beim Brennen des Kalksteins, nach Hall's bekannten Versuchen (die mir indeß nicht gelungen sind), bei welchen (wie auch Buchholz bestätigt) Kreide zu Marmor geschmolzen sein soll. Bis jetzt ist diese Erfahrung indeß fast die einzige, die man für die Annahme aufstellen kann, daß äußerer Druck das Heterogenwerden zusammengesetzter Körper in erhöheten Temperaturen zu verhindern vermag. *)

*) Einige Versuche, welche vorzüglich in der Absicht angestellt worden sind, zu ermitteln, ob sich die Entzündung des Schießpulvers in der Glühhitze durch starken Druck verhindern lasse, mögen hier eine Stelle finden. Aus cylindrischen gewalzten Kupferstäben von 1 Zoll

Die Veränderungen, welche die Natur eines zusammengesetzten Körpers durch die bloße Temperaturveränderung erleidet, können zwar sehr verschieden sein, aber man darf nicht annehmen, daß sie es nur dem Grade nach sind, sondern sie haben jedesmal die gänzliche Vernichtung des Körpers zur

---

im Durchmesser, wurden $2\frac{1}{2}$ Zoll hohe Cylinder geschnitten und mit aller Sorgfalt und Genauigkeit $\frac{3}{8}$ Zoll weit ausgebohrt, so daß die Wände der auf diese Weise gebildeten Kupferröhre überall $\frac{5}{16}$ Zoll stark waren. Nur am Boden blieb eine etwas größere Kupferstärke von $\frac{3}{8}$ Zoll. Der in dieser Art gebildete hohle Cylinder erhielt oben ein 1 Zoll hohes, sorgfältig eingeschnittenes Schraubengewinde, in welches eine genau passende kupferne Schraube von 1 Zoll Höhe eingedreht werden konnte. Die Besetzung des Kupferrohrs, die sich nach vielfach abgeänderten Versuchen am zweckmäßigsten erwiesen hatte, geschah in der Art, daß zuerst die Pulverladung eingetragen und dann mit einer kleinen Kupferplatte, welche genau den Durchmesser des Rohres oder des ausgebohrten Cylinders von $\frac{3}{8}$ Zoll hatte, bedeckt ward. Die Kupferplatte ward mit gebrannter Magnesia beschüttet, diese mit einer Lederscheibe von $\frac{3}{8}$ Zoll im Durchmesser bedeckt, worauf wieder eine dünne Schicht von Magnesiapulver folgte, welche endlich eine zweite Kupferplatte von $\frac{7}{8}$ Zoll im Durchmesser zur Decke erhielt. Dann ward die kupferne Schraube in das Gewinde gebracht und mit einem Schraubenschlüssel so stark gegen die obere kupferne Deckplatte angezogen, als es ohne Zerreißung des Metalls möglich war. Um das Schießpulver zu entzünden, ward der Boden des Cylinders erhitzt. Ein kleiner tragbarer eiserner Ofen ward zu diesem Zweck einfach in der Art eingerichtet, daß er durch ein horizontal liegendes Eisenblech in zwei Abtheilungen getheilt ward. Die untere war der Feuerraum, mit glühenden Holzkohlen angefüllt, in welchen der Boden des Cylinders hineinragte, indem das vorhin erwähnte Eisenblech mit cylindrischen Ausschnitten versehen worden war, durch welche die kupfernen Cylinder hindurch gesteckt wurden. Damit die Cylinder nicht ganz in den Feuerraum hineinfallen konnten, ruhte der Boden derselben in dem Feuerraum auf eisernen Trägern. Zuerst ward eine Pulverladung von 2 Gram-

Folge. Wenn Marmor geglüht oder Gips erhitzt wird, so zweifelt man nicht, daß die vorige Art zerstört sei, weil man den Rückstand anders zusammengesetzt findet, als den Körper, aus welchem er erhalten wird. Wenn aber Feldspath oder Vesuvian geschmolzen werden, und in der geschmolze-

---

men (nicht völlig $\frac{1}{8}$ Loth) angewendet, bei welcher indeß jedesmal die Zerreißung der Cylinder mit einem sehr starken Knall erfolgte. Die Ladung ward um die Hälfte vermindert, aber auch die geringe Quantität von 1 Gramm Schießpulver veranlaßte das Zerreißen der Cylinder. Es wurden daher stärkere, nämlich $1\frac{1}{2}$ zöllige gewalzte Kupferstäbe genommen, aus welchen Cylinder von $3\frac{1}{2}$ Zoll Höhe geschnitten wurden. Jeder von diesen Cylindern ward gleichfalls $\frac{3}{8}$ Zoll weit ausgebohrt, so daß die Wände der hohlen Kupferröhre überall eine Stärke von $\frac{9}{16}$ Zoll erhielten. Das Gewinde ward wieder in einer Länge von 1 Zoll eingeschnitten und mit einer sorgfältig geschnittenen 1 Zoll langen Schraube versehen. Bei dem Besetzen der hohlen Röhre mit Pulver ward in derselben Art verfahren wie bei den kleineren Cylindern, um das Entweichen der sich entbindenden Gasarten zwischen den Schraubengewinden und den Schrauben nach Möglichkeit zu verhindern. Auch diese Cylinder wurden durch eine Pulverladung von 2 Grammen jedesmal mit einem starken Knall zersprengt und aufgerissen. Die Cylinder wurden dabei bauchförmig erweitert, zum Beweise der außerordentlichen Expansivkraft, welche die Gasarten ausgeübt haben mußten, ehe sie sich durch das Zerreißen der Kupferwände einen Ausweg in die Atmosphäre gebahnt hatten. Als die Ladung um die Hälfte vermindert, nämlich nur 1 Gramm, und bei einigen Versuchen nur $\frac{1}{4}$ Gramm Schießpulver angewendet ward, erfolgte nicht jedesmal das Zerreißen der Cylinder, sondern sie erhielten häufig nur eine bauch- oder tonnenförmige Erweiterung, wobei ein Gas mit zischendem Geräusch ausströmte, welches an den oberen, nicht sehr erhitzten Wänden des Ofens einen weißen Beschlag absetzte. Nachdem die Erfahrung gelehrt hatte, daß in solchen Fällen niemals eine Explosion durch Zerreißen der Metallwände zu befürchten war und daß man sich daher ohne Gefahr dem Ofen nähern konnte, ließ sich deutlich bemerken, daß das ausströ-

nen Masse weder eine Abnahme des absoluten Gewichts, noch eine Veränderung der Bestandtheile vor und nach dem Schmelzen aufgefunden wird, so zeigen doch das specifische Gewicht des geschmolzenen Körpers und sein physikalisches Verhalten, häufig sogar die, wenn auch nur in einem nicht

---

mende Gas mit einem weiß gefärbten Dampf gemengt war, welcher sich durch eine gegen den Gasstrom gehaltene kalte Metallplatte zu einem zarten weißen Anfluge verdichten ließ. Die geringe Menge gestattete zwar eine genauere Untersuchung nicht, indeß bestand dieser weiße Beschlag unbezweifelt nur aus Schwefelkalium, indem er an der Luft sehr bald feucht ward, sich dabei schwarz färbte und den eigenthümlichen Schwefelgeruch ausstieß. Davon ganz verschieden war der Geruch des ausströmenden Gases, welcher an den Geruch von Knoblauch, Rettig und Kohl, und auch an den eigenthümlichen Geruch erinnerte, der sich bei dem Auflösen des Roheisens in Salzsäure verbreitet. Die Gasarten hatten sich daher durch die bauchförmige Erweiterung der Wände einen Weg bis zu dem eingeschnittenen Gewinde gebahnt und waren ohne Zweifel durch den Zwischenraum zwischen dem Gewinde und der dasselbe genau ausfüllenden Schraube entwichen. Wenn statt der kupfernen, geschmiedete eiserne ausgebohrte Cylinder von denselben Dimensionen in der Stärke der Wände angewendet wurden, so war der Erfolg derselbe, nur daß die eisernen Cylinder noch häufiger als die kupfernen in den Wänden aufgerissen wurden, und das Entweichen der Gasarten durch das Auftreiben der Metallwände weniger gestatteten. Die bauchförmig erweiterten Cylinder, deren Wände nicht gesprengt waren, aus welchen sich die Gasarten aber auf irgend eine Weise einen Ausweg gebahnt hatten, ließ ich nach dem Erkalten jedesmal durchschneiden, ohne daß an der Stelle, wo sich die Pulverladung befunden hatte, ein Rückstand aufzufinden gewesen wäre. Dagegen fand sich die Besetzung über dem Pulver nicht mehr in horizontalen Schichten, indem sich die Kupferplatten und die Schichten von Magnesia durch die Erweiterung der Röhrenwände gesenkt und eine gegen den Horizont geneigte Lage angenommen hatten.

Unter den 22 Versuchen, welche mit den 1¼zölligen kupfernen Cy-

bedeutenden Grade veränderten chemischen Reactionen, daß die vorige Art durch die Schmelzung vernichtet ist. Ein chemischer Prozeß hat bei der Schmelzung eben so wenig statt gefunden, als bei den bemerkbaren Veränderungen, welche der Marmor, der Gips, oder gar die organischen Verbindungen,

---

lindern und mit einer Quantität von 1 und von ¾ Grammen Pulver angestellt wurden, zeichneten sich indeß 3 Versuche aus, die ein von dem angeführten sehr abweichendes Resultat gaben. Ungeachtet diese Cylinder nämlich einer eben so starken Hitze als die anderen ausgesetzt worden waren, erfolgte doch eben so wenig ein Knall durch das Aufreißen der Wände, als ein zischendes Geräusch durch das Entweichen der Gase und Dämpfe, auch ließ sich an den erkalteten Cylindern keine Erweiterung der Metallwände bemerken. In der Erwartung, daß das Pulver unzersetzt geblieben sein werde, ward bei dem einen Cylinder sogleich nach dem Erkalten zum Durchschneiden desselben in der Gegend des Pulversackes geschritten und der Schnitt, wie gewöhnlich, senkrecht auf die Axe des Cylinders geführt. Als die Säge durch die Wandstärke gedrungen war und den Raum des Pulversacks so eben erreicht haben mogte, strömte das Gas mit einer außerordentlichen Heftigkeit aus und erfüllte den beträchtlich großen Raum der Schlosserwerkstätte, in welcher der Cylinder durchschnitten ward, mit einem so intensiven und unerträglichen knoblauchrettigartigen Geruch, daß die Arbeiter genöthigt waren, sich aus der Werkstätte zu entfernen und daß einige derselben noch am folgenden Tage die Wirkung des Gases empfanden, indem sie durch Kopfschmerzen genöthigt wurden, ihre Arbeit zu verlassen. — Der zweite Cylinder konnte nicht sogleich an demselben Tage geöffnet werden, weil sich der Versuch zufällig bis spät Abends verzögert hatte. Erst am folgenden Tage gegen Mittag, ward zum Durchschneiden geschritten, wobei sich genau dieselben Erscheinungen wiederholten. In beiden Cylindern fand sich an den Wänden der Pulverkammer eine feste, weiße Rinde, die sich an der Luft schnell schwarz färbte, feucht ward und aus Schwefelkalium bestand. In beiden Fällen war das ausströmende Gas mit dem weißen Dampf verbunden, dessen ich vorhin schon erwähnt habe. — Bei dem Oeffnen

in der Hitze, ohne Zutritt eines andern Körpers erleiden. Ein solcher Transformationsprozeß kann aber mit einem chemischen vergesellschaftet sein, wenn die Zersetzungsprodukte selbst wieder auf einander einwirken. Bei sehr zusammengesetzten Körpern wird dann das Urtheil darüber, welche von

---

des dritten Cylinders fand sich endlich das Schießpulver ganz unversehrt vor, nur daß die Körner theilweise zusammengeschmolzen waren. Weil dieser Erfolg unter 22 Versuchen nur einmal vorgekommen ist, so dürfte es wohl nicht gestattet sein, daraus zu schließen, daß die Zersetzung des Schießpulvers wirklich durch starken Druck verhindert worden sei, sondern es ist wahrscheinlicher, daß der Cylinder durch einen Zufall innerhalb der Zeit von $2\frac{1}{2}$ Minuten, — denn so lange blieben die Proben im Ofen stehen, indem in diesem Zeitraum erfahrungsmäßig die Wirkung erfolgt war, — nicht hinreichend erhitzt worden sei. Diese Vermuthung ist um so wahrscheinlicher, als zur Ladung 1 Gramm angewendet worden war, wogegen mehre Ladungen von $\frac{3}{4}$ Grammen, bei welchen ein solcher Erfolg mit größerem Recht hätte vermuthet werden können, die Wände des Cylinders entweder zersprengt, oder bis zum Entweichen der Gasarten aus einander getrieben hatten.

Unläugbar dürfte sich aus diesen Versuchen ergeben, daß ein Druck von mehr als 1000 Atmosphären die Zersetzung des Schießpulvers zu verhindern nicht im Stande ist, daß derselbe aber vielleicht die Zersetzung erschwert oder verzögert, und daß sich bei einem starken Druck unbezweifelt andere Verbindungen bilden, als bei dem Verbrennen unter einem geringeren Druck oder gar unter dem gewöhnlichen Druck der Atmosphäre.

Wenn Salpeter statt des Schießpulvers angewendet und dabei mit derselben Sorgfalt, aber nur mit dem Unterschiede verfahren ward, daß die Hitze verstärkt ward und die Boden der Cylinder länger zwischen den glühenden Kohlen stehen blieben, so zeigten sich die Cylinder nach dem Herausnehmen äußerlich unverändert. Drei Versuche, bei denen die Cylinder 5, 10 und 15 Minuten in der Glühhitze erhalten waren, gaben dasselbe Resultat; es fand sich nämlich, beim Durchschneiden der Cylinder, der in einem fein gepulverten Zustande

den sich bildenden Verbindungen dem Transformationsprozeß und welche dem chemischen Prozeß zuzuschreiben sind, ganz unzuverlässig ausfallen.

Je mehr zusammengesetzt ein schmelzbarer Körper ist, desto mehr ist mit Wahrscheinlichkeit zu erwarten, daß er sich

---

eingetragene Salpeter zu einem einzigen Stück zusammengeschmolzen. Die Zersetzung schien nicht statt gefunden zu haben. Dies Verhalten des Salpeters, welches ziemlich übereinstimmend mit dem des Marmors ist, indem beide unzersetzt bleiben, wenn sie unter Druck geschmolzen werden, gab zu dem Versuch Veranlassung, ein Gemenge von Salpeter und Kohle unter ganz ähnlichen Verhältnissen wie den Salpeter in Glühhitze zu bringen. Schon nach Verlauf von 6 Minuten fand eine Gasentweichung mit dem gewöhnlichen zischenden Geräusch statt und als der stark aufgetriebene Cylinder nach dem Erkalten geöffnet ward, fand sich an der Stelle, welche das Gemenge von Salpeter und Kohle eingenommen hatte, ein Gemenge von Kohle und von kohlensaurem Kali.

Die Entmischung des Holzes ließ sich durch starken Druck nicht verhindern. Der Rückstand in der aufgeschnittenen Cylinderröhre bestand aus einer reinen glänzenden Kohle, welche den Raum der Röhre vollständig in Gestalt eines Cylinders ausfüllte, obgleich das Holz in dem Zustande von feinen Sägespänen eingetragen worden war. An dem Metallcylinder war keine Veränderung zu bemerken, auch war während des Glühens kein Geräusch bemerkt worden, welches auf ein Ausströmen von Gasarten hätte schließen lassen können.

Bei der Behandlung des kohlensauren Ammoniak in der Glühhitze zeigte sich an den Cylindern nach dem Erkalten ebenfalls nicht die geringste Veränderung, auch war während des Glühens keine Entweichung von Gas bemerkbar. Nach dem Oeffnen der Cylinder ward der Raum, den das kohlensaure Ammoniak eingenommen hatte, ganz leer gefunden.

Es lassen sich diese Erscheinungen nur dadurch erklären, daß die Gasarten durch die Metallwände selbst einen Ausweg gefunden haben müssen, indem sie die zum Zersprengen oder Auftreiben derselben erforderliche Spannkraft nicht erhalten haben.

nach dem Schmelzen in dem so genannten metameren Zustande befinden werde, wenn auch die Metamerie oft unbedeutend erscheint. Der metamere Zustand setzt aber voraus, daß der Körper im geschmolzenen Zustande, eben so wie vor dem Schmelzen oder Erhitzen, eine homogene Verbindung darstelle, weil sich, wenn er hetrogen würde, der Begriff von Metamerie auf solchen Zustand der Vereinigung seiner Bestandtheile nicht anwenden lassen würde. Man kennt zusammengesetzte schmelzbare Körper, die nach dem Schmelzen oder Erhitzen die vollkommene Gleichartigkeit der Mischung behalten, aber doch in ihrem physikalischen Verhalten, und zum Theil in den chemischen Reactionen, vor und nach dem Schmelzen (oder Erhitzen) verschieden sind, und von diesen Körpern sagt man, daß sie sich in metamerem Zustande befinden. Ein solcher Uebergang aus dem einen in den andern Zustand tritt zuweilen (z. B. bei dem Arsenikglase) langsam und erst sehr spät nach schon erfolgter Bildung des Körpers ein, der nach langer Zeit erst, scheinbar ohne alle äußere Einwirkung, durch Ruhe in den metameren Zustand übergeht. Zuweilen — und am häufigsten, — giebt sich der metamere Zustand sogleich nach dem Erstarren (Granat, Feldspath, Vesuvian, Augit u. s. f.) zu erkennen. — Andere zusammengesetzte Körper scheinen vor und nach dem Schmelzen (oder Glühen) ihre physikalische und chemische Natur unverändert beizubehalten, wohin die mehrsten Metalle und einige metallische Legirungen gehören. — Noch andere Körper (und darunter sogar einige chemisch-einfache Körper, Elemente) zeigen vor und nach dem

Schmelzen und Glühen ein ganz abweichendes physikalisches und chemisches Verhalten, je nachdem sie plötzlich oder langsam erstarren. Bei den chemisch-einfachen Substanzen äußert sich die Verschiedenheit durch Veränderungen im specifischen Gewicht, in der Wärme-Capacität und in der äußern Gestalt. Auch auf diese Zustände würde der Begriff von Metamerie noch anwendbar sein. Bei zusammengesetzten Körpern (in sofern sie nach dem Schmelzen und Glühen nicht in den metameren Zustand übergehen) giebt sich die Verschiedenheit durch ein wirkliches Heterogenwerden der Mischung zu erkennen. Die Gleichartigkeit der Mischung wird also durch das Erstarren nach dem Schmelzen aufgehoben, der Körper wird vernichtet und statt nach dem Erstarren dieselbe Art wieder darzustellen, die vor dem Schmelzen vorhanden war, entsteht ein Gemenge von neuen Arten. Dieser Fall ist schon früher (bei dem Heterogenwerden der flüssigen Mischungen) betrachtet worden. Der geschmolzene Zustand ist aber zuweilen nicht erforderlich, sondern eine Erhöhung der Temperatur schon hinreichend, um die homogene Mischung heterogen zu machen. Hr. Hertwig hat ein solches Verhalten bei dem schwefelsauren Chromoxyd-Kali (Poggend. Annalen B. 56. S. 95), Hr. Fritsche bei dem bromsauren Kali (Ebend. B. 54. S. 113) und Hr. Serullas bei dem chlorsauren Kali nachgewiesen, und es ist sehr wahrscheinlich, daß sich die Beispiele häufen werden, nachdem einmal die Aufmerksamkeit auf diesen Gegenstand gelenkt worden ist. Häufiger als bei den bestimmt gearteten Körpern wird das Heterogenwerden durch

Erhitzen oder Glühen bei solchen starren Körpern eintreten, welche keine bestimmte Art, sondern Verbindungen nach unbestimmten Verhältnissen der Mischung darstellen. Dahin gehören einige Metalllegirungen, so wie die Schlacken und Gläser, Verbindungen, denen die Gleichartigkeit der Masse nicht abzusprechen ist, und welche daher als wirkliche chemische Verbindungen und nicht als Gemenge von Arten betrachtet werden müssen. Solche Verbindungen entstehen aber nur durch plötzliches Erstarren und das geflossene Ansehen der Massen giebt schon deutlich zu erkennen, daß sie nicht bestimmt geartete Körper sind. Die Legirung des Eisens mit Kohle, im Zustande des weißen Roheisens oder auch des harten Stahls, ist eine unbestimmte chemische Verbindung, die durch Glühen heterogen wird, indem sich wenigstens zwei Verbindungen von Eisen mit Kohle nach bestimmten Verhältnissen der Mischung ausbilden, wodurch graues Roheisen oder weicher Stahl entsteht. Mehre Metalllegirungen die nach dem schnellen Erstarren homogen waren, werden durch Glühen heterogen und zu einem Gemenge von Verbindungen nach bestimmten Mischungsverhältnissen umgeändert. Derselbe Erfolg zeigt sich durch anhaltendes Glühen der sehr zusammengesetzten Gläser und Schlacken. Das Heterogenwerden einer homogenen Masse durch Glühen, deutet auf ein großes Bestreben der Materie, neue, bestimmt geartete Körper aus dem unbestimmten und daher wohl gezwungenen Verbindungszustand hervorgehn zu lassen.

XIV.

Verhältniß des specifischen Gewichts zusammengesetzter Körper zu dem ihrer Bestandtheile.

Es ist sehr unwahrscheinlich, daß die absoluten Quantitäten (also die Atomengewichte multiplicirt mit der Atomenzahl) der mit einander sich verbindenden Körper, mit dem specifischen Gewicht derselben in einem solchen Verhältniß stehen, daß sich eine Gesetzmäßigkeit des Verhaltens nachweisen ließe, obgleich im Allgemeinen die specifisch schwereren Stoffe sich mit einer geringeren Menge eines heterogenen Körpers vereinigen, als die specifisch leichteren. Wenn mehre Verbindungsstufen zwischen zwei Körpern bekannt sind, würde es außerdem schwer zu entscheiden sein, welche von denselben zur Grundlage der Vergleichung dienen sollte. Ungleich wichtiger ist die Untersuchung der Frage, wie sich das specifische Gewicht des entstandenen zusammengesetzten Körpers zu dem specifischen Gewicht seiner Bestandtheile verhält, mit Rücksicht auf die Quantitäten, welche in jene neue Verbindung eingehen.

Ohne Zweifel wird bei allen chemischen Verbindungen eine Verdichtung, oder eine Zunahme des specifischen Gewichts gefunden werden. Die wenigen Beispiele vom Gegentheil, bei Verbindungen elementarer Körper, sind nicht einmal als eine Ausnahme von der allgemeinen Regel anzusehen, weil es sehr wahrscheinlich ist, daß die zusammengesetzten Körper, bei welchen ein geringeres specifisches Gewicht angetroffen worden ist als sie nach der Berechnung haben sollten, keine chemische Verbindung, keine homogene Materie, sondern Gemenge von mehren Verbindungen gewesen sind. Auch erfordert die Bestimmung des specifischen Gewichts bei Metalllegirungen, bei denen man die Ausnahme vorzüglich gefunden haben will, eine große Vorsicht, indem sich beim Erstarren häufig kleine Höhlungen bilden, welche die genaue Bestimmung des specifischen Gewichtes erschweren. — Ob ein Körper c, der mit einem anderen a in Verbindung tritt, in dieser Verbindung dasselbe Verdichtungsverhältniß beobachtet, als in der Verbindung mit einem Körper b, in sofern ac und bc auf einerlei Verbindungsstufen stehen, läßt sich zwar nur durch die Erfahrung ermitteln; weil aber das Verdichtungsverhältniß eine nothwendige Folge von der eigenthümlichen Natur der zusammengesetzten Körper ac und bc sein muß, so darf man schon ohne Versuch erwarten, daß die Uebereinstimmung oder die Verschiedenheit des Verdichtungsverhältnisses, oder des Grades der Raumerfüllung, mit den übrigen physikalischen und chemischen Eigenschaften jener Verbindungen in einem bestimmten Zusammenhange stehen wird. Dieser Zusammen-

hang ist in der That mit einer solchen Zuverlässigkeit vorauszusehen, daß er auch dann nicht geläugnet werden kann, wenn es bis jetzt noch nicht gelungen ist, ihn speciell nachzuweisen. Besonders läßt es sich erwarten, daß die Verschiedenheit des Verdichtungsverhältnisses auf die Stellung und auf die Dimensionen der Axen des Krystalles einen Einfluß ausübe, oder daß ein Zusammenhang zwischen dem specifischen Gewicht und der Krystallform der zusammengesetzten Körper nothwendig statt finden muß. Welche wesentliche Veränderungen das specifische Gewicht der Körper durch ihre Vereinigung mit andern Materien erleidet, habe ich in einer der K. Berliner Akad. d. Wissensch. im Jahr 1831 vorgelegten und in den Verhandlungen derselben aufgenommenen Abhandlung darzuthun gesucht, ohne dadurch indeß mehr als einen ersten unvollkommenen Grund zu diesen wichtigen Untersuchungen gelegt zu haben.

Von mehren Elementen ist das specifische Gewicht nicht mit Zuverlässigkeit bekannt. Die specifischen Gewichte der Grundlagen der Alkalien und der Erden sind fast unbekannt, wenigstens die Angaben darüber so schwankend, daß sich die richtige daraus nicht ermitteln läßt. Selbst die specifischen Gewichtsangaben der reinen Erden und Alkalien sind höchst unzuverlässig, ja sogar den Bestimmungen des specifischen Gewichts der Metalle fehlt es an der nothwendigen Schärfe. Bei andern Elementen tritt der Umstand ein, daß sie nur im gasförmigen oder im tropfbar flüssigen Zustande bekannt sind, ihr specifisches Gewicht im verfestigten Zustande also nicht bestimmt

werden kann, wie es für die Berechnung erforderlich wäre, wenn sich — wie gewöhnlich — die zusammengesetzten Körper, in deren Mischung sie eingehen, im starren Kohäsionszustande befinden. Diese unvollständige Kenntniß oder gänzliche Unkenntniß der specifischen Gewichte ist nicht bloß auf die Elementarkörper beschränkt, sondern sie erstreckt sich auf deren Verbindungen. Von sehr wenigen derselben ist das specifische Gewicht mit einiger Zuverlässigkeit bestimmt worden. Dadurch wird die Uutersuchung über das Verhältniß des specifischen Gewichts der zusammengesetzten Körper zu dem ihrer Bestandtheile sehr erschwert und, wenn es auf genaue Bestimmungen ankommt, unmöglich gemacht. Die Verbindungsverhältnisse der Körper sind, wenigstens zum größten Theil, sehr genau erforscht. Der Naturwissenschaft würde ein wesentlicher Dienst geleistet werden, wenn Jemand das schwierige Geschäft übernehmen wollte, die specifischen Gewichte der Elemente und der zusammengesetzten unorganischen Körper zu ermitteln, denn das specifische Gewicht ist es ganz besonders, wodurch sich ihre eigenthümliche Natur und die Bestimmtheit ihrer Art zu erkennen giebt.

Wenn die Körper aus Atomen zusammengesetzt sind, so würde es nicht auffallend sein, wenn das specifische Gewicht des zusammengesetzten Körpers übereinstimmend mit dem berechneten mittleren specifischen Gewicht seine Bestandtheile gefunden würde, denn jener ist nur ein Aggregat von diesen. Da ein solcher Erfolg nicht eintritt, so geben die leeren Räume und die dadurch möglichen Veränderungen in der

Stellung und Verbindung der Atome ein leichtes Mittel, die größere oder geringere Zunahme des specifischen Gewichts zu erklären. So zeigen z. B. die Oxyde und die Schwefelverbindungen einiger Metalle, bei einer höheren Oxydations- und Schwefelungsstufe ein größeres specifisches Gewicht als die Oxyd- und Schwefelverbindungen derselben Metalle auf einer niedrigeren Stufe, obgleich durch den größeren Gehalt des zusammengesetzten Körpers an Sauerstoff oder an Schwefel das specifische Gewicht ansehnlich geringer ausfallen sollte. Daß eine Vergrößerung des specifischen Gewichts eintritt, wird dadurch erklärt, daß sich die neu hinzutretenden Antheile von Sauerstoff oder von Schwefel in die leeren Räume begeben, ohne das Volum des Körpers zu vergrößern. Bei andern Metallen, deren Oxyde und höheren Schwefelungsstufen ein geringeres specifisches Gewicht besitzen als ihre Oxydule und niedrigeren Schwefelungsstufen, sind die leeren Räume nicht allein nicht zureichend gewesen, die neuen Antheile von Sauerstoff oder Schwefel aufzunehmen, sondern die eigenthümliche Stellung der Atome machte sogar eine Vergrößerung der leeren Räume, also eine Volumvermehrung des zusammengesetzten Körpers nothwendig. Das Genügende dieser Erklärung liegt in der leichten Faßlichkeit und wohl mehr noch in der Gedankenlosigkeit solcher Vorstellung. Der Grund, warum sich die Körper bei ihrer Verbindung verdichten, läßt sich nicht angeben; er ist in der specifischen Art des neu gebildeten Körpers zu finden, dessen eigenthümliche Natur und specifische Verschiedenheit von andern Körpern sich vorzugsweise durch das ihm

eigenthümlich zukommende specifische Gewicht beurkundet. Ein Anderes ist die Prüfung der Frage: ob sich eine Gesetzmäßigkeit in der Verdichtung bei der Bildung zusammengesetzter Körper werde auffinden lassen; um diese Frage zu beantworten, fehlt es aber für jetzt noch an dem nothwendigsten Mittel, nämlich an der genauen Kenntniß der specifischen Gewichte der Elemente und ihrer Verbindungen.

Ob die für manche Elemente gewählte Atomenzahl mit größerer Wahrscheinlichkeit eine einfache, oder eine doppelte, dreifache u. s. f. sein müsse, hat man vom atomistischen Standpunkt aus schon seit längerer Zeit durch die sogenannte Volumtheorie zu controlliren gesucht. Die Atomengewichte verdanken sogar der Untersuchung der Verbindungsverhältnisse gasartiger Körper ihr erstes Entstehen, weil die Gasarten (bei gleicher Temperatur und unter gleichem Druck) sich immer in einfachen Verhältnissen mit einander verbinden. Solchen Untersuchungen liegt die Ansicht zum Grunde, daß gleiche Volumina Gas auch eine gleiche Anzahl von Atomen repräsentiren, welches bei einem gleichen Gewicht heterogener starrer Körper nicht vorausgesetzt werden könne. Gründliche und mühsame Versuche haben indeß gezeigt, daß auch bei den wenigen Körpern die sich in den gasförmigen Zustand versetzen lassen, gleiche Volumina nicht gleiche Atomenzahlen auszudrücken scheinen, daß wenigstens durch die Volumtheorie der Zweifel über die richtige Bestimmung der Atomenzahl nicht gehoben werde. — Neuerlich hat man auf eine andere Weise die so genannten Atomvolumina von den Ele-

menten und von den zusammengesetzten Körpern ermittelt und dadurch die Veränderungen des specifischen Gewichts bei der Verbindung der Körper zu erforschen gesucht. Wenn gleich diese Untersuchungen dadurch mangelhaft bleiben, daß auch bei ihnen eine genaue Kenntniß von dem specifischen Gewicht der Körper erforderlich ist, so gewährt doch der Versuch: von dieser Seite Belehrung zu erhalten, immer großes Interesse, indem man dabei wenigstens zu Verhältnißzahlen gelangen und dadurch die Vergleichung für solche Elemente bewirken kann, deren specifisches Gewicht im festen Kohäsionszustande sich nicht ermitteln läßt. Da das specifische Gewicht das Verhältniß des absoluten Gewichts zum Volum des Körpers ist, so muß das Atom-Volum durch einen Quotienten ausgedrückt werden, der sich durch einen Bruch darstellen läßt, dessen Zähler das Atomengewicht und dessen Nenner das specifische Gewicht des Körpers ist. Es ist also: $V = \frac{P}{p}$. Für zusammengesetzte Körper wird daher $V = \frac{P'p'' + P''p'}{p'p''} = \frac{P'}{p'} + \frac{P''}{p''}$, wo P' und P'' die Atomgewichte der Bestandtheile des zusammengesetzten Körpers und p' und p'' die correspondirenden specifischen Gewichte derselben bezeichnen. Weil vorausgesetzt wird, daß $V = V' + V''$ d. h. das Atomvolum des zusammengesetzten Körpers gleich dem Atom-Volum seiner Bestandtheile bleiben soll, so würden sich V, V' und V'' bestimmen lassen, wenn für sie ihre in P, P', P'' und p, p', p'' ausgedrückten Werthe gesetzt werden. Es ist nämlich:

$$\frac{P}{p} = \frac{P'}{p'} + \frac{P''}{p''},$$

woraus $\frac{P'}{p'} = \frac{P}{p} - \frac{P''}{p''}$ und $\frac{P''}{p''} = \frac{P}{p} - \frac{P'}{p'}$.

Nun hat man die interessante Bemerkung gemacht, daß für einige Körper und bei Gruppen von analogen Verbindungen ein gleicher Rest bleibt, wenn man von dem Atomvolum des zusammengesetzten Körpers $\left(V = \frac{P}{p}\right)$ das Atomvolum desjenigen Bestandtheils abzieht, der nicht ein allen Verbindungen dieser Gruppe (z. B. der Gruppe der Oxyde, der Schwefelverbindungen, der Chlorverbindungen, der kohlensauren Salze, der schwefelsauren Salze u. s. f.) gemeinschaftlicher Bestandtheil ist. Wenn z. B. bei dem Bleioxyd $\frac{P}{p} - \frac{P'}{p'} = M$, so ist auch bei dem Zinkoxyd $\frac{P}{p} - \frac{P'}{p'} = M$ u. s. f. Dies Resultat hat jedoch keinesweges allgemeine Gültigkeit, sondern erstreckt sich bei einer und derselben Gruppe nur auf eine Anzahl von Körpern, während andere Verbindungen in derselben Gruppe sich darin nicht fügen wollen. Auch wird bei der Bezeichnung des Atomvolums der Salze noch vorausgesetzt, daß man von der Dulong'schen Ansicht von der Zusammensetzung der Salze ausgehe, indem man nur dann ein für die Mehrzahl der schwefelsauren, oder der kohlensauren u. s. f. Salze gleichwerthiges M erhält, wenn man von dem Atomvolum V, das Atomvolum des metallischen Radikals der Salzbasis, z. B. das Blei und nicht das Bleioxyd, in Abzug bringt. Wie groß das M sein muß, läßt sich bei einer ganzen Gruppe von Verbindungen dadurch ermitteln, daß man unter dieser Gruppe eine oder die andere Verbindung hervor-

sucht, wo sich $\frac{P}{p}$ und $\frac{P'}{p'}$, oder $\frac{P}{p}$ und $\frac{P''}{p''}$ bestimmen lassen, oder auf anderem Wege gefunden sind, indem dann $\frac{P''}{p''}$ oder $\frac{P'}{p'}$ leicht gefunden werden können. Zuweilen mag es auch nöthig sein, M dadurch zu bestimmen, daß man irgend eine wahrscheinliche Zahl voraussetzt und als richtig annimmt und daraus wieder rückwärts berechnet, ob sie ein richtiges oder wahrscheinliches p′ oder p″ zum Resultat giebt. — Es wird daher bei dieser Vorstellungsweise vorausgesetzt, daß nur *ein* Bestandtheil von $\frac{P}{p}$ eine Verdichtung erleide, und daß der andere Bestandtheil mit seinem unveränderten Atomvolum in die Verbindung eingehe.

Die Atomvolumina der Elemente können unmittelbar durch $V = \frac{P}{p}$ bestimmt werden. So ist z. B. V für Blei $= \frac{1294}{11{,}35} = 114$, wo 1294 das Atomgewicht des Bleies und 11,35 sein specifisches Gewicht. Für Silber wird $V = \frac{1352}{10{,}4} = 130$, für Schwefel $\frac{201}{1{,}99} = 101$; für Kohle $\frac{76}{2{,}11} = 36$, wo 2,11 das spec. Gew. des Graphits bedeutet u. s. f.

Da nun auch die Atomvolumina der oxydirten Körper in ähnlicher Art bestimmt werden, so läßt sich ermitteln, ob das Atomvolum für den Sauerstoff in den Oxyden immer gleich groß gefunden werden wird, wenn man von dem Atomvolum des Oxyds V das Atomvolum der Basis V′ in Abzug bringt, denn $V - V' = V''$ und dieses V″ ist dann der oben angedeutete Rest M, der bei der Mehrzahl der Verbindungen, die zu einer und derselben Gruppe von zusammen-

gesetzten Körpern gehören, gleich groß bleibt. Für Bleioxyd ist $V = \frac{1394}{9,55} = 146$ *) und da V' für Blei $= 114$, so bleibt für V'' oder für das Atomvolum des Sauerstoffs die Zahl 32. — Für Kupferoxyd ist $V = \frac{496}{6,53} = 76$ und da das V' für Kupfer $= \left(\frac{396}{9} =\right) 44$ ist, so wird V'' für das Atomvolum des Sauerstoffs in Kupfer $= 76 - 44$, also ebenfalls $= 32$. Diese Zahl 32 findet sich in ähnlicher Art wieder, wenn die Atomvolumina für Zinkoxyd, Quecksilberoxyd, Kadmiumoxyd, Zinnoxydul aufgesucht werden. Für Silberoxyd (dessen Atomgewicht $= 1452$ gesetzt), für Molybdänoxyd, Kupferoxydul, Quecksilberoxydul, Bleisuperoxyd und Titansäure findet sich, wenn man ähnliche Berechnungen anstellt $V'' = 32 . 2 = 64$. Für Antimonoxyd ($2 Sb + 3 O$) und für die demselben atomistisch gleich zusammengesetzten: Eisenoxyd, Kobaltoxyd und Bleisuperoxydul wird $V = 32 . 3 = 96$. Dieser 1, 2, und 3fache Werth für V'' bleibt immer ein interessantes Resultat, indem es zeigt, daß die Verdichtungen bei den genannten oxydirten

*) Bei der Annahme des Werthes von p, nämlich des specifischen Gewichts, ist in diesem Beispiel, und in den mehrsten der folgenden, nicht das wirklich von den Beobachtern gefundene, sondern das durch Hrn. Kopp (üb. d. spec. Gew. d. chem. Verbindungen 1841) rectificirte angenommen, das von den durch Beobachtungen gefundene zwar etwas, jedoch ziemlich unbedeutend, abweicht, welches für die Darstellung des Gegenstandes ziemlich gleichgültig ist, indem auch die durch Beobachtung gefundenen Werthe von p gewiß mehr oder minder mangelhaft sind, meine eigenen nicht ausgenommen, obgleich ich mir der größten Sorgfalt bei der Ermittelung der specifischen Gewichte der von mir geprüften Körper bewußt bin.

Körpern einem ganz bestimmten Gesetz unterworfen sein dürften, obgleich kein Grund zu der Voraussetzung vorhanden ist, daß bei der Verbindung eines Metalles mit Sauerstoff nur der letztere und nicht auch das Metall verdichtet würde, eine Voraussetzung, die für die dynamische Naturansicht ganz unzulässig sein würde. — Berechnet man nun aber die Verdichtung des Sauerstoffs in Kali, so hat man für Kali $V = \frac{590}{2,66} = 222$ und da das Atomvolum des Kalium $V' = \left(\frac{490}{0,87} =\right) 560$, so erhält man für V'' oder für das Atomvolum des Sauerstoffs in Kali $= 222 - 560$, also eine negative Zahl, die nichts weiter ausdrückt, als daß die Verdichtung des Kalium und des Sauerstoffs im Kali so außerordentlich groß ist, daß sie durch die Annahme nicht erklärt werden kann, daß das Kalium keine Verdichtung erleide. Eben so verhält sich das Natron und sehr wahrscheinlich werden sich so alle Erden verhalten, wenn das spec. Gew. der Erdenmetalle bekannt wäre, und die Berechnung des Sauerstoffs in obiger Art angestellt werden könnte.

Für das Chlor hat Hr. Kopp die Zahl des Atomvolums des Chlors zu 196 ermittelt. Das Atomvolum des Chlorsilbers ist $V = \frac{1794}{5,5} = 326$ *), das des Silbers ist 130, also $V' = 326 - 130 = 196$. Das Atomvolum des Hornbleies ist $V = \frac{1736}{5,6} = 310$, und da das des Bleies $= 114$, so wird das Atomvolum des Chlor V'' in Chlorblei $310 - 114$

*) Nach der atomistischen Zusammensetzung $Ag + 2Cl$.

= 196, welches auf einen gleichen Verdichtungsgrad zwischen den Bestandtheilen des Chlorsilbers und des Chlorbleies hindeutet. Aber für das Digestivsalz (K + 2 Cl) ist das Atomvolum $V = \frac{933}{1,84} = 507$ und da das Atomvolum des Kalium = 560, so wird 507 — 560 abermals eine negative Zahl, oder die Verdichtung so groß, daß sie unter den angenommenen Voraussetzungen nicht gefunden werden kann.

Für die Verbindungen der Metalle mit Schwefel giebt es eine Reihe von Metallen, bei welchen das Atomvolum des Schwefels durch 94 ausgedrückt werden kann. Das Atomvolum V des Schwefelzinks ist $= \frac{604}{3,91} = 152$. Da nun das Atomvolum des Zink $V' = \frac{403}{6,95} = 58$, so ist das Atomvolum des Schwefels im Schwefelzink = 152 — 58 = 94. Eben so findet es sich im Einfach Schwefelkupfer, Einfach Schwefelzinn, Manganglanz, Schwefelsilber und Zinnober. Die Schwefelverbindungen von anderen Metallen wollen in diese Regel nicht eingehen. Das Atomvolumen V des Schwefelkieses (Fe + 2 S) ist $\frac{741}{4,94}$ *) = 150. Das Atomenvolum des Eisens $V' = \frac{339}{7,7} = 44$, folglich V — V' = 106, und da diese Zahl die doppelte Anzahl der Volum-Atome Schwefel ausdrückt, so ist das Atomvolum des Schwefels im Schwefelkies $\frac{106}{2} = 53$, folglich sehr abweichend von der Zahl 94. Berechnet man das Atomvolum des Schwefels im Magnetkies (7 Fe + 8 S) so wird $V = \frac{3981}{4,63}$ **) = 860. Weil nun

*) 1 Atom Eisen = 339, und 2 Atome Schwefel = 402.

**) 7 Atome Eisen = 2373 und 8 Atome Schwefel = 1608.

7 Atomvolumina Eisen = 44.7 = 308, so wird V — V' = 860 — 308 = 552, welche für 8 Atomvolumina Schwefel in Rechnung kommen, so daß V'' oder das Atomvolum des Schwefels im Magnetkies = $\frac{552}{8}$ = 69 gefunden wird. Die Verdichtungszustände des Eisens und des Schwefels müssen folglich im Schwefelkies größer sein als im Magnetkies. — Stellt man ähnliche Berechnungen für Bleiglanz und für Kupferglanz (2Cu + S) an, so ergiebt sich für beide Schwefelmetalle das Atomvolumen des Schwefels = 78.

Ganz ähnliche Berechnungen für die Salze, — wobei jedoch von der Voraussetzung ausgegangen wird, daß von V, oder von dem Atomvolum des Salzes, dasjenige V' in Abzug gebracht werde, welches den metallischen Grundlagen der Salzbasen entspricht, — führen zu ähnlichen übereinstimmenden Zahlen für die Atomvolumina der Säuren, wobei aber auch ähnliche bedeutende Abweichungen wie bei den Oxyden, Chlor- und Schwefelmetallen nachgewiesen worden sind, vorkommen. Solche Berechnungen gewähren schon in so ferne ein Interesse, als sich daraus die großen Veränderungen in dem Verdichtungszustande eines Körpers, in Verbindung mit verschiedenen heterogenen Körpern, ergeben. Zwar ist man dabei immer genöthigt, von der unrichtigen Voraussetzung auszugehen, daß nur die Dichtigkeit des einen Körpers verändert werde und der andere keinen Antheil an der Verdichtung der Verbindung nehme; indeß werden dadurch auch wieder die Zahlenverhältnisse um so auffallender, durch welche die Veränderungen der Körper in ihrer Vereinigung mit andern ge-

wissermaßen vor Augen geführt werden. Das Atomenvolum des Schwefels, welches im unverbundenen Zustande zu 101 gefunden ward, betrug, unter jener Voraussetzung, im Schwefelkies nur 53, hatte sich also fast um die Hälfte vermindert. Welches Atomvolum dem Schwefel in der Verbindung mit Sauerstoff in der trocknen wasserfreien und unverbundenen Schwefelsäure zukommt, ist nicht zu ermitteln, weil das Atomvolum des Sauerstoffs in dieser Verbindung nicht bekannt ist. Daß die Verdichtung sehr groß sein muß, ergiebt sich daraus, daß man eine negative Zahl erhält, wenn man umgekehrt das Atomenvolum des Sauerstoffs in der Schwefelsäure unter der Annahme berechnet, daß nicht der Schwefel, sondern nur der Sauerstoff in dieser Verbindung eine Verdichtung erleide. Das Atomvolum der trocknen Schwefelsäure ($S + 3O$) ist $\frac{501}{1,96} = 255$. Kommen davon 3 Atomvolumina Schwefel $= 303$ in Abzug, so erhält man die negative Zahl 48. Solche Zahlenverhältnisse zeigen deutlich, daß der Schwefel, so wie jedes andere Element, im unverbundenen Zustande eine andere Materie ist, als in Verbindung mit dem heterogenen Körper a, und wieder eine andere in Verbindung mit b, c u. s. f. Die Annahme von einer einseitigen Verdichtung der Körper zeigt sich ebenfalls schon durch diese Verhältnisse als unhaltbar, indem das Atomvolum eines Bestandtheils in einer Verbindung nicht größer sein kann, als das Atomvolum der Verbindung selbst. — Auch die Verdichtung der Atomvolume der Schwefelsäure ist in der wasserfreien Säure ganz verschieden von derjenigen in Verbindung mit Basen. Das Atomvolum

des schwefelsauren Kali ist $\frac{1091}{2,6}$ *) = 419. Wird davon das Atomvolum des Kali mit 222 abgezogen, so bleibt für das Atomvolum der Schwefelsäure im schwefelsauren Kali ein Werth von 197. — Das Atomvolum des Silbervitriols ist $\frac{1452+501}{5,34} = 366$; da nun das Atomvolum des Silberoxyds $= \frac{1352+100}{5,7} = 193$ ist, so erhält man $366 - 193 = 173$ für das Atomvolum der Schwefelsäure im Silbervitriol. — Das Atomgewicht des Bleivitriols ist $\frac{1394+501}{6,32} = 300$, und da das Atomvolum des Bleioxyds $= \frac{1394}{9,55} = 146$, so bleibt $300 - 146 = 154$ für das Atomvolum der Schwefelsäure im Bleivitriol. — Das Atomvolum der Baryterde ist $\frac{857+100}{3,93}$ $= 202$, das des Schwerspaths $= \frac{957+501}{4,43} = 329$ und $329 - 202$ giebt für das Atomvolum der Schwefelsäure im Schwerspath 127, also fast genau die Hälfte des Atomenvolums 255, welches der trocknen Schwefelsäure im unverbundenen Zustande zukommt. Nur in diesen betrachteten Verbindungszuständen würde sich die Verdichtung des Atomvolums Schwefelsäure im schwefelsauren Kali, im Silbervitriol, Bleivitriol und Schwerspath, wie die Zahlen 197, 173, 154 und 127 verhalten. In der aufgeführten Ordnung werden auch etwa die Basen in ihrer angenommenen Verwandtschaft zur Schwefelsäure auf einander folgen, so daß an diesem Beispiel fast begreiflich wird, wie die Kohäsionskraft, durch die verschiedenar-

*) 1 Atom Schwefelsäure 501 und 1 Atom Kali 590.

tige Verdichtung der Materie, diejenigen Erscheinungen hervorbringen kann, welche man einer größern oder geringern Verwandtschaftskraft zuschreiben mögte.

Es ist daher auch sehr wahrscheinlich, daß eine künftige genauere Kenntniß der Veränderungen, welche das specifische Gewicht der Materie bei ihrer Vereinigung mit andern Materien erleidet, dahin führen wird, über die scheinbare größere und geringere Verbindungsfähigkeit der Körper mit einander, so wie auch darüber einen Aufschluß zu erhalten, wie durch die Gleichartigkeit und Verschiedenheit der Verdichtung der Stoffe, Gruppen von zusammengesetzten Körpern entstehen können, deren äußere Form und Gestalt Uebereinstimmung oder Verschiedenheit zeigen.

XIV.

Wärme. Verhältniß der Wärmecapacität zum Atomengewicht der Körper.

Wärme ist die Materie im Zustande der Bewegung, welche sich als äußere Erscheinung durch Ausdehnung der Körper zu erkennen giebt und dadurch ihr specifisches Gewicht und die Kohäsion derselben verändert. Bei diesem Zustande der Materie hat man gewöhnlich eine Kraft in der Vorstellung, welche man als die Wirkung einer besonderen, mit den schweren Körpern verbundenen, unwägbaren Materie — der Wärmematerie, des Wärmestoffes, — betrachtet. Zufolge dieser Vorstellungsart werden die leeren Räume zwischen den Atomen als die Vorrathsbehälter für die Wärme angesehen, ohne sich darüber Rechenschaft zu geben, durch welche Kraft der in den leeren Räumen eingeschlossene elastische Stoff zur Ruhe und Unwirksamkeit gebracht wird.

Jeder Körper offenbart seine Existenz gegen jeden andern, — sowohl homogenen als heterogenen — Körper durch

Wärme. Es ist dazu nicht einmal eine unmittelbare Berührung nothwendig, indem sich die Wirkung der bewegenden Kraft sogar durch den luftleeren Raum erstreckt. Die wechselseitigen Wirkungen zweier Körper oder eines Systems von Körpern gegen einander besteht darin, daß sich zwischen ihnen das Gleichgewicht der ausdehnenden Kraft nach Verlauf einer gewissen Zeit in der Art herstellt, daß jeder von ihnen eine gleich große ausdehnende Kraft auf einen anderen hinzukommenden Körper ausübt. Die zur Herstellung des Gleichgewichts erforderliche Zeit hängt, bei gleichen Entfernungen der Körper von einander, von der specifischen Besonderheit der Materie, und bei homogenen Körpern von den Entfernungen ab, in welchen sie sich von einander befinden. Ist derjenige Zustand der Körper eingetreten, in welchem sie eine gleich große Ausdehnung eines andern bewirken, so besitzen sie eine gleiche Temperatur.

Obgleich die Ausgleichung der Temperaturen am schnellsten bei der unmittelbaren Berührung der Körper erfolgen muß, — ein Erfolg, den man mit dem Namen der Wärmeleitung zu bezeichnen pflegt, — so liegt darin doch nicht die Befugniß, sich die Herstellung des Gleichgewichts der ausdehnenden Kraft der einander berührenden Körper als einen chemischen Prozeß vorzustellen, bei welchen sich eine Materie nach einem bestimmten Gesetz mit heterogenen Körpern verbindet. Auch ohne eine unmittelbare Berührung setzen sich die Körper in eine gleiche Temperatur; die chemische Verbindung zweier Körper erfordert aber wesentlich und nothwendig

die unmittelbare Berührung. Es ist ganz undenkbar, daß eine chemische Verbindung heterogener Körper durch Zunahme oder Abnahme des einen ihrer Bestandtheile ihre specifische Bestimmtheit behielte, indem der vollendete chemische Prozeß grade die Vernichtung der specifischen Bestimmtheiten der verbundenen heterogenen Körper zur Folge hat. Keine Beobachtung berechtigt zu der Annahme einer materiellen Selbstständigkeit der Wärme; diese Vorstellungsart ist vielmehr nur ein Urtheil des Verstandes, herbeigeführt durch eine nicht zulässige Analogie mit Verbindungen materieller Substanzen, welche in ihrer Vereinigung eine Gesetzmäßigkeit in den Verbindungsverhältnissen befolgen, die man in ähnlicher Weise auf eine vorausgesetzte Verbindung der Körper mit Wärmematerie übertragen hat. Die Erscheinungen bei dem Uebergange eines Körpers aus einem Kohärenzzustande in den andern, sollten wohl dazu geeignet sein, die Unrichtigkeit einer solchen Vorstellungsart darzuthun. Um zu erklären, warum keine Temperaturerhöhung bei dem Uebergange aus dem starren in den flüssigen oder aus dem flüssigen in den dampfförmigen Kohäsionszustand des Körpers erfolgt, wenn ihm auch eine reichliche Wärmemenge zugeführt wird, hat man zum Latentwerden der Wärme seine Zuflucht genommen, ohne einen bestimmten Begriff mit latenter Wärme verbinden zu können. Die latente Wärme verändert den Kohäsionszustand des Körpers nicht weiter, sie bringt keine Veränderung in dem specifischen Gewicht des Körpers mehr hervor, sie äußert also ihre ausdehnende Kraft weder auf den Körper selbst,

noch auf die ihn umgebenden Körper von gleicher Temperatur, und dennoch soll sie sich mit dem Körper verbinden, der in der Umänderung seines Kohärenzzustandes begriffen ist. Mit einem Wort, man soll sich vorstellen, daß eine materielle Substanz sich mit dem Körper vereinige, ohne daß die geringste Veränderung seiner specifischen Natur wahrgenommen wird; man soll einräumen, daß die Wärme als materielle Substanz vorhanden sei, ohne daß sich ihre Existenz auf irgend eine Art bemerklich macht. Wenn die Ausgleichung der Temperaturen benachbarter oder sich berührender Körper den Grad erreicht hat, daß der feste oder der flüssige Kohäsionszustand eines Körpers in der statt findenden Temperatur nicht mehr bestehen kann, und der flüssige oder der dampf- und gasförmige eintreten muß, so treten auch andere Gleichgewichtsverhältnisse ein, indem der Materie in ihren verschiedenen Kohäsionszuständen verschiedene ausdehnende Kräfte zustehen. Diesen Erfolg erklärt man durch die verschiedene Capacität für Wärme, worunter die Eigenschaft der Körper verstanden wird, sich mit größeren oder geringeren Quantitäten von Wärme, zur Hervorbringung eines gleichen Temperaturgrades bei allen in großer Nähe oder in unmittelbarer Berührung mit einander befindlichen Körpern, zu vereinigen. Bei homogenen Körpern ist ihre Wärmecapacität nach ihrem jedesmaligen Kohäsionszustande veränderlich, und bei heterogenen Körpern, die sich in einerlei Kohäsionszustande befinden, ist sie von der specifischen Beschaffenheit der Materie abhängig. Wird die Wärmecapacität bei gleichen Gewichten und

bei vorausgesetzten einerlei Kohäsionszuständen der verschiedenartigen Körper bestimmt, so erhält man, — diejenige des Wassers oder der atmosphärischen Luft als Einheit zum Grunde gelegt, — Zahlenverhältnisse, durch welche die sogenannte specifische Wärme der Körper ausgedrückt wird. Bezeichneten diese Zahlenverhältnisse wirklich die Verbindungsverhältnisse der wägbaren Körper mit einer unwägbaren Wärmematerie, so würde die specifische Wärme der Körper immer dasselbe Verhältniß beobachten müssen, bei welcher Temperatur auch die Vergleichung angestellt werden mögte; es findet sich aber, daß die specifische Wärme für einerlei Kohäsionszustand der Körper, bei verschiedenen Temperaturen veränderlich ist, und daß einem und demselben Körper, nach den verschiedenen Graden seiner Verdichtung, bei einerlei Kohäsionszustande und bei gleichen Temperaturen eine verschiedene Wärmecapacität zukommt. Wäre daher die Wärmecapacität oder die specifische Wärme der Körper etwas anderes als die ausdehnende Kraft der Materien selbst, durch welche sie sich gegen jeden sie umgebenden Körper in das Gleichgewicht stellt und gleiche Temperaturen hervorzubringen strebt; so würde sie wenigstens von dem Verdichtungszustande des Körpers unabhängig und bei einerlei Kohäsionszustande desselben auch für jede Temperatur dieselbe bleiben müssen. Bei dem Erhitzen und Wiedererkalten der Körper bieten sich allerdings Zustände dar, die eine große Analogie mit denjenigen zu gestatten scheinen, die bei dem Auflösen der Salze in Wasser von verschiedenen Temperaturen, bemerklich werden. Aber diese Analogie, welche sich

selbst auf die Veränderungen des specifischen Gewichts der Körper bei verschiedenen Temperaturen erstreckt, ist nur erschlossen. Weil sich beim Erkalten der Salzauflösungen ein Theil des aufgelöseten Salzes wieder aussondert und weil beim Erkalten erhitzter Körper das Thermometer steigt, so findet man die Uebereinstimmung beider Erfolge darin, daß ein Theil der Wärmematerie die erhitzten Körper in eben der Art verläßt, wie sich das Salz theilweise aus der heißen flüssigen Mischung aussondert. Durch die Veränderungen des Thermometerstandes kann aber die Materialität der Wärme nicht erwiesen werden, indem sich die Ausgleichung der Temperaturen einfacher und den Wärmeerscheinungen angemessener, durch die bewegende Kraft der Materie erklären läßt, welche die Körper zu einem gleichen Grade der Ausdehnung zurück zu führen strebt. Auf dem empirischen Wege ist überhaupt die Frage über die Materialität der Wärme nicht zur Entscheidung zu bringen, weil die Annahme selbst nichts Empirisches ist und daher sich empirisch weder erweisen noch widerlegen läßt. Zwar mag dadurch eine den Erscheinungen ganz entsprechende Erklärungsart gegeben werden können; es liegt aber darin keinesweges der Beweis von der Richtigkeit einer Voraussetzung, die nichts weiter für sich hat, als daß sie den Erfolgen nicht widerspricht, welche eine Reihe von Erscheinungen darbietet. Aber die Vorstellung von latenter Wärme ist mit der Annahme einer materiellen Natur derselben nicht verträglich, denn wenn eine Materie wirklich vorhanden ist, so muß sie auch ihre Existenz offenbaren, und wollte

man dem Verstande zum Trotz auch einräumen, daß die Wärme eine Materie von so eigenthümlicher Art sei, daß sie sich in den vorausgesetzten leeren Räumen aller Körper verbergen könne, ohne sich selbst bemerkbar zu machen und ohne auf die Körper, deren Atome sie umgiebt, den geringsten Einfluß auszuüben; so würde sie wenigstens in den specifisch schwereren Körpern, bei denen nothwendig eine geringere Ausdehnung der leeren Räume angenommen werden muß, in geringerer Menge anzutreffen sein, als in den specifisch leichteren, welches durch die Erfahrung nicht bestätigt wird. Die specifische Wärme der Körper steht mit ihrem specifischen Gewicht in keinem erweisbaren Zusammenhange.

Die Erregung der Wärme in den Körpern findet sowohl durch mechanische als durch chemische Einwirkung statt. Die Heterogenität der Materie ist nicht erforderlich, damit zwei starre Körper durch Druck, Stoß oder Reibung gegenseitig eine höhere Temperatur annehmen, ein Beweis, daß weder die Entwicklung noch die Bindung von Wärme, wie man sich auszudrücken pflegt, ein chemischer Prozeß sein kann. Beide Körper, sie mögen von homogener oder von heterogener Art sein, setzen sich bei jener mechanischen Einwirkung immer in eine gleiche Temperatur. Bei den tropfbar und elastisch-flüssigen Körpern kennt man keine Wärmeerregung durch Reibung, weil die einzelnen Körpertheilchen leicht verschiebbar sind; aber ein starker Druck veranlaßt bei den elastisch-flüssigen Körpern ebenfalls eine Erhöhung der Temperatur, welche sich bei den tropfbar-flüssigen Körpern nur deshalb nicht zu

erkennen giebt, weil sie eine geringere Compressibilität als selbst die starren Körper besitzen *). Jeder Körper offenbart daher sein Dasein gegen jeden andern, der seinen räumlichen Umfang beschränken will, durch die ausdehnende Kraft, welche in jedem Augenblick das Gleichgewicht herzustellen strebt und daher nach allen Seiten mit gleicher Stärke wirkt. Ein starker Druck und eine starke, anhaltende Reibung können eine so große Temperaturerhöhung bewirken, daß heterogene Körper, zwischen welchen eine Verbindungsfähigkeit statt findet, dadurch in den zu ihrer chemischen Vereinigung erforderlichen flüssigen Zustand versetzt werden und diese Verbindung dann auch wirklich zu Stande bringen.

Die Wärmeäußerungen der mechanisch auf einander einwirkenden Körper geben also durchaus nichts zu erkennen, was ihnen den Charakter eines chemischen Prozesses beizulegen berechtigte; sie zeigen sich vielmehr als eine jeder ponderablen Materie beiwohnende Eigenschaft, nach allen Seiten hin ein Gleichgewicht in der Ausdehnung hervorzubringen und die Materie in den Zustand der Flüssigkeit, der Formlosigkeit, also der Gleichartigkeit (nicht im beschränkten chemischen, sondern im physikalischen Sinn) zurück zu führen. Die starren Körper verlieren ihre specifische Bestimmtheit, indem sie in den flüssigen Zustand übergehen, aus welchem sie als neue Arten von verschiedener specifischer Eigenschaft hervorgehen können,

*) Da die flüssigen Körper nothwendig größere leere Räume als die starren besitzen sollten, so würden sie auch ungleich compressibler sein müssen, welches aber nicht der Fall ist.

je nachdem das Gleichgewicht der ausdehnenden Kräfte auf diese oder auf jene Weise wieder hergestellt wird. Was durch Druck und Reibung nur in einzelnen Fällen und mit großer Mühe würde bewerkstelligt werden können, läßt sich, wenn eine chemische Verbindung beabsichtigt wird, bekanntlich viel allgemeiner und einfacher dadurch erreichen, daß die Körper durch die sogenannte mitgetheilte Wärme erhitzt und in den flüssigen Zustand versetzt werden.

Die Temperaturveränderungen, welche mit dem chemischen Prozeß verbunden sind, finden nur bei der Einwirkung heterogener Körper auf einander statt, und dadurch ist ein wesentlicher Unterschied in der Entstehungsweise, oder vielmehr in der Kraftäußerung der Materie gegeben, zwischen der Temperaturveränderung in und mit dem chemischen Prozeß, und den Temperaturerhöhungen, welche die Folge der mechanischen Einwirkung der Körper oder auch derjenigen sind, welche durch Mittheilung hervorgebracht werden. Der chemische Prozeß auf nassem und auf trocknem Wege, der Wasserprozeß und der Feuerprozeß, sind in ihrem Urspiunge scheinbar wesentlich verschieden. Bei beiden muß der flüssige Zustand des einen oder des anderen Bestandtheils, als eine nothwendige Bedingung, unter welcher chemische Thätigkeit überhaupt statt finden kann, voraufgehen, allein dieser flüssige Zustand scheint in jedem der beiden Fälle auf eine verschiedene Weise herbeigeführt zu werden. Bei dem Feuerprozeß werden die heterogenen Körper durch mitgetheilte Wärme in den Zustand der Flüssigkeit versetzt, und es scheint nun, daß bei den verbindungsfähigen

Körpern der Bedingung zu ihrer Vereinigung völlig Genüge geleistet sei, indem die Kohäsion des Körpers durch die Ausdehnung überwunden ist, welches bei dem Wasserprozeß nicht erforderlich war, indem sich einer von den beiden heterogenen Körpern schon im flüssigen Zustande befand. Es kommt aber nicht darauf an, zu erklären, wie einer von den heterogenen Körpern in beiden Fällen in den flüssigen Zustand versetzt worden ist, sondern darauf, wie die chemische Einwirkung eines flüssigen Körpers auf einen starren, sowohl bei dem Feuer- als bei dem Wasserprozeß, die Ursache der Aufhebung des starren Kohäsionszustandes des letztern werden kann, womit zugleich die Temperaturveränderungen in der entstandenen Mischung verbunden sind. Aus der Verschiedenheit der Wärmecapacität der gebildeten Verbindung von den Capacitäten ihrer Bestandtheile kann die Vereinigung der Körper nicht abgeleitet werden, weil sie der Erfolg und nicht die Ursache des Prozesses ist. Man wird daher immer genöthigt, auf die bewegende Kraft der Materie zurück zu gehen, welche sich zwar in allen Fällen als Ausdehnung äußert, aber bei einer statt findenden Verbindungsfähigkeit zwischen heterogenen Körpern bis zu dem Grade gesteigert wird, daß die nothwendig vorauszusetzende Wiederherstellung des Gleichgewichts zwischen den ausdehnenden Kräften, auf keine andere Weise als dadurch bewirkt werden kann, daß der starre Körper seine specifische Bestimmtheit durch den Verlust seiner Kohäsion einbüßt und dann mit dem anderen flüssigen Körper in Verbindung tritt. Da die dem Körper eigenthümliche Kohäsion erst vernichtet

sein muß, ehe er sich mit einem heterogenen flüssigen Körper zu einer flüssigen Mischung verbindet, die Vernichtung der Kohäsion aber nicht statt findet, wenn nicht beide Körper eine Verbindungsfähigkeit mit einander besitzen, und da diese Vernichtung nur durch Ausdehnung bewirkt werden kann, welche wieder eine Verbindungsfähigkeit voraussetzt, so können sich der Verlust der Kohäsion des Körpers, seine chemische Verbindung mit einem anderen, und die dabei statt findenden Temperaturveränderungen, nicht als Ursachen zur Wirkung zu einander verhalten, sondern sie sind die gleichzeitigen Erfolge der Kraftäußerung heterogener Materien bei ihrer Vereinigung zu einer homogenen Mischung. Daß, ungeachtet dieses nothwendigen Verhältnisses, worin Ursache und Wirkung nur durch vorausgesetzte Annahmen würden erkannt werden können, der chemische Prozeß durch mitgetheilte Wärme immer beschleunigt, zuweilen vielleicht überhaupt nur möglich gemacht wird, hat darin seinen Grund, daß die Kohäsion des starren Körpers in einer höhern Temperatur leichter überwunden wird.

Indem also bei dem zwischen zwei heterogenen Körpern statt findenden chemischen Prozeß, die Wärmeerregung, die Vernichtung der Kohäsion und die Vereinigung zu einer homogenen Mischung, in einem Akt der Bewegung der Materie zusammenfallen, wird die Größe der Wärmeerregung nothwendig von der Intensität des Prozesses und diese wieder von der specifischen Beschaffenheit der auf einander einwirkenden Materie, so wie von der Temperatur abhängig sein, in welcher der Prozeß statt findet. Ein und derselbe flüssige Kör-

per wird nicht mit derselben ausdehnenden Kraft auf den Körper a, als auf die Körper b, c u. s. f. einwirken, weil die Kohäsion des Körpers a sehr verschieden von der eines andern Körpers ist, also das Gleichgewicht der ausdehnenden Kräfte in einem Fall leichter als in dem andern wieder hergestellt werden kann. Daher wird auch die Größe der Wärmeerregung zwischen einem starren Körper a und seinem flüssigen Auflösungsmittel, von der relativen Menge beider Körper zu einander, und bei gleicher Menge und Beschaffenheit von a, von dem so genannten Verdünnungszustande und von der Temperatur des Auflösungsmittels abhängig sein. Eine constante Größe der Wärmeerregung bei dem zwischen zwei Körpern a und b statt findenden Prozeß der Auflösung oder der chemischen Vereinigung, ist also nur dann möglich, wenn immer dieselben Zustände und Verhältnisse von a und b, und dieselben Temperaturen bei dem Prozeß in Anwendung kommen. Diese Zustände und relativen Verhältnisse der Körper a und b und die Höhe der Temperatur werden folglich sehr genau bestimmt werden müssen, wenn immer eine und dieselbe Veränderung der Temperatur während der Bildung der flüssigen Mischung eintreten soll.

Verschieden von den Temperaturveränderungen, welche den Prozeß der Auflösung oder der chemischen Verbindung der Körper begleiten, obgleich aus derselben Quelle ihren Ursprung ableitend, sind die Wärmeerscheinungen, welche man mit der Wärmecapacität der Körper, oder mit ihrer specifischen Wärme bezeichnet hat. Wenn man sagt: daß jedem Körper seine

eigenthümliche specifische Wärme zukomme, so liegt darin nur die Aussage, daß jeder Körper mit einer ihm eigenthümlichen und daher für einen und denselben Körper gleich bleibenden ausdehnenden Kraft, das Gleichgewicht mit den ausdehnenden Kräften der ihn umgebenden Körper herstellt. Die Größe der Kraft, die jeder specifisch verschiedene Körper auf die andern, ihn umgebenden ausübt, damit zwischen ihnen das Gleichgewicht bestehe, oder einerlei Temperatur, d. h. eine gleich große Ausdehnung bei einem neu hinzukommenden Körper, hervorgebracht werde, hat man Wärmemenge genannt, welche Bezeichnung auch zur Erleichterung der Berechnungen wohl zu empfehlen ist. Daß die specifische Wärme eines und desselben Körpers eine veränderliche Größe ist, indem sie für die verschiedenen Temperaturen, bei denen sie bestimmt wird, verschieden ausfällt, und daß der Grad der Verdichtung der Materie, bei welcher eine Verschiedenheit der chemischen Natur nicht statt findet, z. B. Kohle und Diamant, Kalkspath und Arragon u. s. f., einen sehr wesentlichen Einfluß auf die Größe ihrer specifischen Wärme ausüben, muß hier wiederholt werden.

Daß jedem Körper — auch einer flüssigen Mischung nach unbestimmten Verhältnissen, in sofern sie genau dasselbe Verhältniß ihrer Bestandtheile behält, — eine ihm eigenthümlich angehörende Wärmecapacität, eine specifische Wärme, zukommen muß, versteht sich von selbst. Ein gewisser nothwendiger Zusammenhang der specifischen Wärme mit den Verbindungsverhältnissen läßt sich aber ebenfalls und zwar bei den zusammengesetzten Körpern in derselben Art erwarten, als ein

solcher Zusammenhang vielleicht einmal zwischen den Verbindungsverhältnissen und dem specifischen Gewicht der Körper gründlicher als bisher nachgewiesen werden wird. Die Herren Dulong und Petit zeigten zuerst, daß bei den einfachen oder elementaren Körpern die specifische Wärme derselben mit ihrem Atomengewicht multiplicirt, ein gleiches Produkt giebt, oder, daß man einer gleichen Wärmemenge bedarf, um ein Atom eines jeden einfachen Körpers um einen Grad zu erwärmen. Nach diesem Gesetz verhält sich die Wärme genau so wie die ponderable Materie, indem auch bei der Verbindung von heterogenen einfachen Körpern, die Quantität des Körpers a, welche sich mit 100 Theilen der Körper b, c, d u. s. f. verbindet, immer ein gleiches Produkt giebt, wenn sie mit dem Atomengewicht der Körper b, c, d u. s. f. multiplizirt wird, welches sich auch so ausdrücken läßt, daß immer gleiche Quantitäten von a erforderlich sind, um mit einem Atom der Körper b, c, d u. s. f. eine Verbindung von Atom zu Atom darzustellen. — Spätere Untersuchungen haben dem Gesetz von Dulong und Petit eine noch größere Ausdehnung gegeben und wahrscheinlich gemacht, daß für gewisse Gruppen von zusammengesetzten Körpern ebenfalls ein gleiches Produkt erhalten wird, wenn man die Atomengewichte mit der specifischen Wärme der Verbindungen multiplizirt. So bilden z. B. die kohlensauren, die schwefelsauren, die salpetersauren u. s. f. Salze, die Schwefelverbindungen, die Chlorverbindungen u. s. f. Gruppen oder Systeme von Körpern, deren Atomengewichte mit ihrer specifischen Wärme gleiche, oder ziemlich gleiche Produkte liefern. Bei jeder ein-

zelnen Gruppe kommen aber (wie bei den Berechnungen der specifischen Gewichte) Ausnahmen vor, indem die gefundenen Produkte aus den genannten beiden Größen, mit der der betreffenden Gruppe zukommenden Zahl nicht übereinstimmen. Die noch mangelnde völlige Uebereinstimmung in der Produktenzahl bei den zu einer und derselben Gruppe gehörenden Körpern, kann wohl auf Rechnung der bei solchen Untersuchungen leicht vorkommenden Beobachtungsfehler gesetzt werden. —

Diese interessanten und wichtigen Beobachtungen zeigen, daß die durch Bewegung sich kund gebende ausdehnende Kraft der Materie mit den Mischungsverhältnissen im Zusammenhang steht, unter welchen sich die Körper mit einander vereinigen. Ein solcher Zusammenhang muß sogar als ein nothwendiger erscheinen, weil bei den Wärmeäußerungen es die Materie selbst ist, von deren specifischen Natur die ausdehnende Kraft abhängig bleibt. Diese Beobachtungen zeigen ferner, daß einzelnen Gruppen von Körpern eine annähernd gleiche Größe der Kohäsion zukommt, von welcher das specifische Gewicht, die specifische Wärme und die äußere Gestaltung der Körper die Folge sind. Es ergiebt sich endlich daraus, daß Kohäsion, spec. Gewicht, spec. Wärme und äußere Gestalt, in einem so nothwendigen Zusammenhange mit einander stehen, daß die eine dieser Eigenschaften der ponderabeln Materie nicht ohne die andere vorhanden sein kann, und daß durch die Kohäsionskraft oder durch die organisirende Thätigkeit bei den unorganischen Bildungen, die specifische Qualität der Materie des entstehenden Körpers bestimmt wird.

Sogleich als man den Zusammenhang der specifischen Wärme der Körper mit den Verbindungsverhältnissen derselben, die sie bei der Vereinigung mit andern ponderabeln Substanzen befolgen, aufgefunden hatte, erblickte man darin nicht allein einen Beweis für die Richtigkeit der atomistischen Ansichten, sondern man glaubte auch, daß diese Verhältnisse geeignet sein würden, einen Aufschluß über die Atomenzahl, nämlich über die Anzahl der einzelnen heterogenen Atome zu geben, welche man sich als verbunden in der Aneinanderhäufung zu denken habe, um mit andern homogenen Atomen einen zusammengesetzten Körper zu bilden. Daß ein solcher Aufschluß auch dann nicht erlangt werden kann, wenn von der Zusammensetzung der Körper aus Atomen ausgegangen wird, ist einleuchtend, weil die Atomenzahl eine willkürlich angenommene Größe, folglich das Atomengewicht wieder von dieser Größe abhängig ist. Man glaubt aber annehmen zu dürfen, daß das Produkt, welches aus der Multiplikation der specifischen Wärme mit dem Atomengewicht des Körpers hervorgeht, nothwendig, wenigstens bei allen einfachen oder elementaren Substanzen, eine gleiche, oder der Gleichheit sich annähernde Zahl geben müsse, welcher man sicherer vertrauen könne, als den Atomengewichten, welche aus den Verbindungsverhältnissen der heterogenen ponderabeln Substanzen entnommen wurden. Aus einem Beispiel wird der Zusammenhang deutlicher werden. Die Verbindungsverhältnisse einiger Metalle mit Schwefel geben folgende Zahlenverhältnisse:

100 Theile.	a verbinden sich mit Schwefel.	b Atomengewicht des Metalles.	Produkt ab
Blei	15,525	1294	20100
Zink	49,87	403	20100
Kupfer	25,38	792	20100
Silber	14,866	1352	20100
Quecksilber	15,876	1266	20100
Kadmium	28,837	697	20100

Die Menge des Schwefels, welche sich mit 100 Gewichtstheilen irgend eines Metalles verbindet, multiplizirt mit

dem Atomengewicht dieses Metalles, giebt eine Zahl zum Produkt, die bei allen Metallen gleich groß ist. Da man sich die specifische Wärme eines Metalles als die von 100 Theilen dieses Körpers aufgenommene Wärmemenge (diejenige in 100 Gewichtstheilen Wasser = 1 gesetzt) vorstellt, so wird man ebenfalls gleich große, oder doch in naher Uebereinstimmung stehende Zahlen bei den Produkten erhalten, welche aus der Multiplikation der specifischen Wärme mit dem Atomengewicht der Metalle hervorgehen. In der folgenden Uebersicht bedeuten a die durch Beobachtungen gefundenen Wärmecapacitäten oder die specifische Wärme, und b die Atomengewichte der Metalle.

100 Gewichtstheile	a Specifische Wärme	b Atomengewicht	Produkt a b
Blei	0,0293 bis 0,0314	1294	37,9142 bis 40,6316
Zink	0,0955	403	38,4865
Kupfer	0,0951	396	37,6596
Silber	0,057	676	38,532
Quecksilber	0,0333	1266	42,257
Kadmium	0,056 7	697	39,52
Schwefel	0,188	201	37,788

Wenn auch die das Produkt a b ausdrückenden Zahlen keine Uebereinstimmung zeigen, so sieht man doch, daß sie Körpern angehören, die eine Gruppe von ziemlich gleicher specifischer Wärme bilden. Vergleicht man aber die Spalte b in beiden Tabellen, so ergiebt sich, daß die Uebereinstimmung der Zahlen der Produkte a b in jeder dieser Tabellen nur dadurch hat bewerkstelligt werden können, daß das Atomengewicht des Kupfers und des Silbers, bei der Verbindung dieser Metalle mit Schwefel doppelt so groß angenommen worden ist, als bei der Vergleichung der specifischen Wärme dieser Metalle mit derjenigen der andern Metalle. Ist nun 792 oder 396 das richtige Atomengewicht für das Kupfer, und 1352 oder 676 das richtige Atomengewicht für das Silber? Bei dem Kupfer hat die Atomenlehre sich dafür entschieden,

396 als das richtige Atomgewicht anzunehmen und vorauszusetzen, daß das Schwefelkupfer aus 2 Atomen Kupfer und 1 Atom Schwefel bestehe. Bei dem Silber scheint man noch schwankend zu sein. Die Gründe der Entscheidung sind aus der Lehre von der Isomorphie entnommen.

Die in beiden Tabellen aufgeführten Zahlenverhältnisse können übrigens weder für noch gegen die Atomenlehre beweisend sein, denn sie sind eine nothwendige Folge der Verbindungsverhältnisse der Körper. Die Atomengewichte in der ersten Tabelle drücken die wirklichen und wahren Mischungsgewichte, oder vielmehr Zahlen aus, welche dem wirklichen Verbindungsverhältnisse der Metalle mit heterogenen Körpern entsprechen, Zahlen, die mit der Zusammensetzung der Körper aus Atomen nur in der Vorstellung zusammenhängen. Es läßt sich das Mischungsgewicht x des Schwefels ganz einfach finden, indem $100:15,525 = 1294:x$ u. s. f. Eben so läßt sich die Richtigkeit der Zahl a durch $\frac{ab}{b}$ prüfen, wenn nur bei einem einzigen Metall a und b genau bestimmt sind. Ob eine ähnliche Prüfung von a für die specifische Wärme ebenfalls zulässig ist, wenn nur die specifische Wärme von einem Metall mit aller Sorgfalt bestimmt worden ist, läßt sich noch nicht entscheiden. Bei den zusammengesetzten Körpern, die zu einer und derselben Gruppe gehören, würde eine solche Art der Prüfung der Richtigkeit der durch Beobachtung gefundenen Zahl nicht zulässig sein.

Da aus der Kenntniß von der specifischen Wärme der Körper durchaus nichts hervorgeht, was der Voraussetzung von Körperatomen auch nur einige größere Wahrscheinlichkeit gewähren könnte; so kann sie noch weniger dazu dienen, über die Atomenzahl, also über die Verdoppelung, Verdreifachung, oder über die Halbirung der aus anderen atomistischen Gründen angenommenen Atomengewichte, einen Aufschluß zu geben.

XVI.

Verhältniß der Mischung zur Gestalt der anorganischen Körper.

Das Bemühen: die Gestalt der Körper aus ihren Bestandtheilen zu erklären, ist eben so alt, als die Lehre von der Zusammensetzung der Körperwelt aus Atomen. Man kann sagen, daß es der Zweck der Atomenlehre ist, aus der Gestalt der Atome diejenige des Körpers, den sie zusammensetzen, abzuleiten; ja, sie rühmt sich recht eigentlich des Vorzuges: durch die Größe, Gestalt, Lage und Stellung der Atome die Verschiedenartigkeit der äußeren Gestalten der Körper erklären zu können. Wenn diese Rechenschaft noch in der Art gegeben würde, wie es durch die älteren Philosophen geschah, dürfte die Lehre von den Atomen, nach den früheren Begriffen und Vorstellungen von der Gestalt und Beschaffenheit derselben, jetzt schwerlich mehr Anhänger finden; allein man hat es übernommen, die Gestalt und das Verhalten der Atome bei ihrer Aggregation mit den Mischungsverhältnissen der Körper in Verbindung zu setzen, dadurch die älteren aller-

dings höchst abgeschmackten Vorstellungen von Atomen zu entfernen und dagegen die den Atomen beigelegten Eigenschaften und Kräfte mit den Erscheinungen in Uebereinstimmung zu bringen, welche sich bei der Verbindung der einfachen zusammengesetzten Körpern darbieten. Dadurch ist der Chemie, die sich nur allein mit der Verbindung und mit den Verbindungsverhältnissen der Körper beschäftigt, die Auszeichnung zu Theil geworden, über das Wesen der Materie und über die innere Natur der Körperwelt entscheiden zu sollen, und dies ihr nicht gebührende Richteramt hat sie in der jetzigen Zeit mit so großer Strenge geübt, daß die aus ihren Registern von Stoffen und von deren Aggregationen zusammengetragenen Schemate, der Natur die Norm ihres lebendigen Schaffens vorzuschreiben die Bestimmung erhalten haben.

Die Vorstellung von Atomen reicht über alle Erfahrung hinaus; sie kann also empirisch nicht widerlegt werden. Wenn aber nach der Atomenlehre angenommen werden muß, daß der sich bildende Körper seine Eigenthümlichkeit von den Theilchen ableitet, aus welchen er zusammengesetzt ist, so müssen diese Theilchen selbst mit einer so großen Menge von Eigenschaften und von Kräften versehen werden, daß es nur durch die Gewohnheit der Vorstellung erklärbar wird, sich die Möglichkeit der Zusammensetzung der Körper aus solchen Atomen zu denken, wie sie jetzt verlangt werden und wie man sie schrittweise durch die kühnsten Phantasien immer mehr vervollkommnet hat. Die ganze Körperwelt wird aus einer Anzahl von Atomen construirt, welche der Zahl der chemischen

Elemente entspricht. Von jedem dieser Uratome sind bei der Weltschöpfung eben so viele Myriaden erschaffen, als jetzt im ganzen Weltraum verbreitet sind. Jedem der verschiedenen Uratome wohnen eine ihm eigenthümliche Größe, Gestalt, Gewicht bei; jedes Atom ist mit der Kraft der anhäufenden und mit der Kraft der vereinigenden Verwandtschaft ausgestattet; jedes Atom besitzt die Eigenschaft: die Verbindung mit einem heterogenen, einzeln oder gruppenweise, einzugehen und neue zusammengesetzte Atome zu bilden, deren anhäufende Verwandtschaftskraft ruht, wenn es darauf ankommt, sich mit einem Uratome oder mit einem andern zusammengesetzten Atom zu verbinden; jedem Atom, dem Uratom sowohl als dem zusammengesetzten Atom, kommt die Fähigkeit zu, seine Lage und Stellung gegen die anderen zu verändern und bei den zusammengesetzten Atomen ist diese Fähigkeit nicht bloß auf sie in ihrer ganzen Zusammensetzung beschränkt, sondern auch auf die Uratome, aus denen das zusammengesetzte Atom besteht, in der Art ausgedehnt, daß die Uratome ihre Stellung in dem zusammengesetzten Atome ändern können, ohne daß das letztere sein Verbindungsverhältniß mit den anderen Uratomen oder zusammengesetzten Atomen des ganzen Körpers abändert. Die leeren Räume zwischen allen diesen Atomen, angefüllt mit Wärmematerie, die sich in ihrem Vorhandensein nicht bemerkbar macht, vollenden das Bild von der Zusammensetzung der Körper aus Atomen, ohne über den wichtigsten Umstand Aufschluß zu geben, nämlich darüber, welche Kraft es sei, die alle diese Kräfte beherrscht und die

Atome veranlaßt, die eine Kraft in Wirksamkeit zu setzen und die andere ruhen zu lassen. Diese Kraft kann unmöglich von den Atomen ausgehen und dennoch müßte sie es, weil der sich bildende Körper aus den Atomen hervorgeht, also die Bedingungen zu seiner Eigenthümlichkeit nicht in sich trägt. Alle die Eigenschaften der Atome, welche die erfinderischste Einbildungskraft ihnen beigelegt hat, sind also zur Erklärung der Zusammensetzung der Körper aus ihnen nicht zureichend, und man muß erstaunen, wie wenig die Atomenlehre mit allem Reichthum leistet, zu welchem sie durch willkürliche Annahmen und Voraussetzungen gelangt ist. Mag man aber die Atome noch mit einer neuen Anzahl von Eigenschaften und Kräften bereichern, so werden doch auch diese niemals das Geheimniß der Bildung eines Körpers aus Atomen enthüllen, weil die Bedingung zu seinem Entstehen in ihm selbst liegt und nicht in Körpertheilchen, die man durch eine Menge von Kräften auf eine mechanische Weise äußerlich zusammenführt. Die specifische Art der Materie, die sich aus einer flüssigen Mischung bildet, wird nothwendig von den Bestandtheilen der Mischung abhängig sein, aber die Bedingung zu dem Entstehen des Körpers liegt nicht in der Mischung, sondern in dem sich bildenden Körper, dessen Kohärenz, specifisches Gewicht, specifische Wärme und Mischungsverhältniß, im Akt der Bildung zusammenfallend, durch ihn selbst bestimmt werden.

Schon seit längerer Zeit hatte man beobachtet, daß ein einzelner Bestandtheil in einer flüssigen Mischung durch einen

anderen ersetzt und vertreten werden könne, ohne daß dadurch die äußere Gestalt des sich bildenden Körpers wesentlich abgeändert wird. Diese Beobachtungen blieben vereinzelt und konnten wenig Aufmerksamkeit erregen, weil die Beobachter selbst darauf keinen Werth legten und das beobachtete Resultat nicht mit anderen ähnlichen Erfolgen in Verbindung setzten. Dem Herrn Mitscherlich verdankt die Chemie bekanntlich die gründliche und vollständig ausgeführte Entwickelung dieser sehr merkwürdigen Erscheinung. Es ergiebt sich aus den sorgfältigen Untersuchungen dieses Gelehrten, daß einzelnen Gruppen von Körpern die Eigenschaft zusteht, in ihrer chemischen Verbindung mit einem heterogenen Körper eine, wenn auch nicht gleiche, doch sehr ähnliche äußere Gestalt anzunehmen, und dies in dem Grade, daß ein Körper aus jener Gruppe durch ein dem chemischen Mischungsgewicht desselben gleichkommendes Mischungsgewicht eines anderen Körpers aus derselben Gruppe theilweise ersetzt werden kann, ohne daß die äußere Gestalt des sich bildenden Körpers wesentlich dadurch geändert wird. Es ist in der That höchst wichtig, daß diese Körpergruppen dieselben sind, durch deren Verbindung mit heterogenen Körpern neue Arten entstehen, bei welchen eine große Uebereinstimmung im specifischen Gewicht und in der specifischen Wärme beobachtet worden ist.

Dieser Erfolg deutet auf eine Gleichartigkeit des Verhaltens der Materie einer und derselben Gruppe von Körpern, ungeachtet ihrer specifischen chemischen Differenz. Bezüglich auf die äußere Gestalt, hat man das aufgefundene Verhalten der

Körper den Isomorphismus genannt. Er ist aber keine vereinzelte oder abgesonderte Eigenschaft der Körper, sondern er steht mit der Kohäsion, mit der Wärmecapacität und mit dem specifischen Gewicht derselben in einem nothwendigen und wesentlichen Zusammenhange, weil es die Materie selbst ist, die sich, ungeachtet ihrer chemischen Differenz, physikalisch bis zu dem Grade identisch zeigt, daß bei dem Entstehen des zusammengesetzten Körpers der eine Bestandtheil der flüssigen Mischung durch einen anderen vertreten werden kann.

Die Körper, welche ungeachtet ihrer chemischen Differenz eine so merkwürdige annähernde Uebereinstimmung in ihrem physikalischen Verhalten zeigen, gehören zu solchen Gruppen, bei welchen eine Uebereinstimmung der Stufen ihrer Verbindungsverhältnisse vorausgesetzt werden kann. Wenn zwei Körper a und b sich mit einem dritten c in mehren Verhältnissen verbinden, so werden a + c und b + c nur dann isomorph sein können, wenn jeder von den Körpern a und b auf derselben Verbindungsstufe mit dem Körper c steht. Sind zwei oder mehr Verbindungsstufen von a und b mit c vorhanden, so werden auch a + 2c und b + 2c, oder a + 3c und b + 3c isomorph sein, aber niemals a + c und b + 2c u. s. f. Durch die bestimmte Entwickelung dieses Gesetzes hat sich der Entdecker des Isomorphismus ein großes Verdienst erworben, welches nicht bloß auf die Aehnlichkeit der äußeren Gestalt der Verbindungen beschränkt ist, sondern sich auf ihr weiteres physikalisches Verhalten erstreckt.

Die Lehre vom Isomorphismus ist also ebenso wohl begründet als die von der Wärmecapacität und als die von den Veränderungen im specifischen Gewicht der Körperverbindungen. Wenn man sie aber auf die Atomenlehre angewendet hat, so befindet man sich nicht mehr auf dem sicheren Boden der Erfahrung und muß zu Hypothesen schreiten, die immer nur als solche einen Werth in der Atomenlehre behalten werden, für die dynamische Naturbetrachtung aber ganz gleichgültig sind, weil bei dieser die Gleichstellung der Verbindungsverhältnisse mit den vorausgesetzten Atomgewichten der Körper nicht zulässig ist.

Der Name Isomorphismus ist sehr bezeichnend, aber nicht strenge richtig gewählt, indem eine völlige Gleichheit der Gestalt nur bei sehr wenigen Verbindungen oder zusammengesetzten Körpern, — etwa bei denjenigen, die zum regulären Krystallsystem gehören, — angetroffen wird. Es verhält sich damit, wie mit der specifischen Wärme und dem specifischen Gewicht der zu einer und derselben Gruppe gehörenden Körper, deren völlige Uebereinstimmung schwerlich vorausgesetzt werden kann, sich aber durch annähernde Zahlenwerthe zu erkennen giebt. Die specifische Wärme und die Veränderungen im specifischen Gewicht der Bestandtheile derjenigen zusammengesetzten Körper, welche zu einer und derselben Gruppe von Körpern gehören, scheinen außerdem in weit näherer Beziehung zu einander zu stehen, als die äußere Gestalt der Körper aus derselben Gruppe, denn die Körper, welche in jener Rücksicht ein annähernd gleiches Verhalten zeigen, wei-

chen zuweilen in der äußeren Gestalt von einander ab, welches sich wohl daraus erklären läßt, daß die Verbindungsstufen bei vielen Körpern noch nicht mit Zuverlässigkeit bekannt sind, bei den mehrsten sogar nur vorausgesetzt werden. So sieht man z. B. die Suboxyde noch nicht als besondere und eigenthümliche Verbindungsstufen der Metalle mit Sauerstoff an und betrachtet die Oxyde als die erste Verbindungsstufe, obgleich sie die zweite sein könnte. Bei anderen Körpern, z. B. bei der Kieselerde, ist die Verbindungsstufe nur erschlossen und bei noch anderen, z. B. bei den Verbindungen der nicht oxydirten Körper, giebt es kein Mittel, die Verbindungsstufen mit einiger Wahrscheinlichkeit zu bestimmen. So lange die Kenntniß von den Verbindungsstufen der Körper noch mangelhaft ist, wird auch die Uebereinstimmung in der äußeren Gestalt, in der Wärmecapacität und im specifischen Gewicht der zusammengesetzten Körper nicht vollständig nachzuweisen sein.

Der genaue Zusammenhang der äußeren Gestalt mit dem specifischen Gewicht und mit der Wärmecapacität der Körper giebt sich auch bei denjenigen Körpern zu erkennen, bei welchen eine physikalische Differenz, ungeachtet der Uebereinstimmung ihrer chemischen Natur, angetroffen wird. Diamant und Kohle; Eisenglanz und rothes Eisenoxyd; Kalkspath und Aragon; Granat und Vesuvian.

Man hat bekanntlich die Körper, welche, als chemische Stoffe betrachtet, nicht verschieden sind, aber in der Wärmecapacität, im specifischen Gewicht und in der äußeren Gestalt

keine Uebereinstimmung zeigen, dimorphe Körper genannt. Der Ausdruck Dimorphie bezeichnet daher eine Verschiedenheit des physikalischen Verhaltens der Körper bei einer Uebereinstimmung ihrer chemischen Natur, sei es im unverbundenen Zustande oder in Vereinigung mit heterogenen Körpern auf einerlei Stufe der Verbindung mit ihnen. Diese Körper geben am zuverlässigsten das Zeugniß, daß die chemische Uebereinstimmung des Stoffes an sich nicht die Ursache der physikalischen Eigenschaften der Körper ist.

Nach der Ausdehnung, die dem Begriff von Dimorphie der Körper hier gegeben worden ist und welche demselben wesentlich zukommt, würden isomorphe Körper diejenigen sein, welche in der chemischen Verbindung mit heterogenen Körpern, bei der Uebereinstimmung ihrer Verbindungsstufen auch eine Uebereinstimmung in ihrem physikalischen Verhalten zeigen. Die isomorphen Körper geben darüber Belehrung, daß die chemische Differenz des Stoffes an sich die Ursache der physikalischen Eigenschaften der Körper nicht sein kann.

Ueber die Anwendung der Isomorphie der Körper auf die Atomenlehre wird wenig zu sagen sein und auf die Beobachtungen verwiesen werden können, welche über das Verhältniß des specifischen Gewichts und der Wärmecapacitäten der Körper zu dem Atomgewicht angestellt worden sind. Zur Bestimmung der Zahl der homogenen Atome, welche

man für ein zusammengesetztes Atom annehmen zu müssen glaubt, hat man sich vorzugsweise der äußeren Gestalt bedient und die daraus für die atomistische Zusammensetzung gezogenen Schlüsse allenfalls durch die Ausmittelung der Wärmecapacität der Verbindungen zu controlliren gesucht. Hierdurch sind die Doppelatome bei den unorganischen Substanzen entstanden, deren man sich bedient, um die äußere Gestalt mit den Verbindungsverhältnissen in Uebereinstimmung zu bringen, wo sich diese bei der Annahme von einfachen Atomen, immer unter Voraussetzung der Gleichheit der Verbindungsstufen, — die aber in vielen Fällen auch nur hypothetisch sein kann, — nicht hat zeigen wollen. Wenn auch die Doppelatome noch nicht zureichten, die Uebereinstimmung zu Stande zu bringen, so hat die Dimorphie eines Bestandtheils des zusammengesetzten Körpers eine erwünschte Ursache zur Erklärung dargeboten. So wird z. B. die Dimorphie des Kalkspathes und des Aragons, weil bei keinem der beiden Körper die Annahme von Doppelatomen zulässig schien, verschiedene Verbindungsstufen aber nicht vorhanden sind, durch die Dimorphie der Kohle erklärt und von der über alle Erfahrung hinausreichenden Voraussetzung ausgegangen, daß die Kohle die ihr im unverbundenen Zustande zukommende dimorphe Eigenschaft auch in einigen Verbindungen beibehalten könne. Durch andere Annahmen wird jedoch jene Dimorphie auf die angegebene Ursache nicht zurückgeführt, sondern als eine vorhandene Thatsache betrachtet, wie sie es allerdings auch ist.

Bei den Bemühungen: für die Isomorphie der Körper, die nicht isomorph sein sollten, oder umgekehrt für die mangelnde Isomorphie der Körper, die isomorph sein sollten, eine Ursache aufzufinden, kann es nicht stark und wiederholt genug gerügt werden, wenn man sich erlaubt, die Gleichheit oder Ungleichheit der Gestalten von dem Ersatz eines Bestandtheils durch einen anderen abzuleiten. Wenn z. B. angenommen wird, daß gewisse Atome Wasser durch Atome von Ammoniak, oder gewisse Atome von Sauerstoff durch Atome von Schwefel u. s. f. ersetzt werden können, um dadurch eine Isomorphie zu erklären, so würden solche Annahmen das Grab aller Naturforschung sein.

Die nächste Ursache zur Isomorphie oder zur Dimorphie findet die Atomenlehre bekanntlich in der Stellung der Atome.

Da die Atome selbst nichts Empirisches sind, so läßt sich über ihre Stellung und Richtung gegen einander noch weniger etwas bestimmen und allenfalls nur darauf aufmerksam machen, daß man noch einer besonderen Kraft bedürfen wird, welche die richtige Atomenstellung zu bewerkstelligen hat. Diese Kraft wird sich besonders bei den organischen Verbindungen sehr wirksam erweisen müssen, wo häufig homogene Atome in einer Anzahl von je 20, 30, 40 und mehr mit einander verbunden gedacht werden und dann gruppenweise eine andere Richtung und Stellung erhalten sollen.

Die Zeit wird nicht ferne sein, wo die Atome mit ihren Verwandtschaftskräften, und die leeren Räume zwischen ihnen

einer würdigeren Naturanschauung weichen und die lebendigen, schaffenden und bildenden Kräfte in Raum und Zeit richtiger werden erkannt werden, als durch die Vorstellungen von Atomen, die ein Zufall wohl zusammen führen kann, aber nicht zu ordnen und zu gestalten vermag.

BAYERISCHE STAATS- BIBLIOTHEK MÜNCHEN

Förster.

Förster.

Bayerische StaatsBibliothek
Münchener DigitalisierungsZentrum Digitale Bibliothek

Karsten, Carl J. B.,

Philosophie der Chemie

Berlin 1843

Chem. 161 b
urn:nbn:de:bvb:12-bsb10073022-0